

Aus der Chirurgischen Abteilung des Städtischen
Auguste-Viktoria-Krankenhauses, Berlin 41

Ärztlicher Direktor: Professor Dr. med. Richard M a a t z

Ergebnisse offener Unterschenkelfrakturen

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Trischkat, Hans-Jürgen
aus Berlin

1968

Aus der Chirurgischen Abteilung des Städtischen
Auguste-Viktoria-Krankenhauses, Berlin 41

Ärztlicher Direktor: Professor Dr. med. Richard M a a t z

Ergebnisse offener Unterschenkelfrakturen

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Trischkat, Hans-Jürgen

aus Berlin

Dekan: Professor Dr. med. Wolfgang S p i e r

Referent: Professor Dr. med. Richard M a a t z

Korreferent: Professor Dr. med Hermann F r a n k e

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 27.8.1968

INHALTSÜBERSICHT

EINLEITUNG	4
HISTORISCHE ENTWICKLUNG DER KNOCHENBRUCHBEHANDLUNG	
I. Äußere Fixierung	5
II. Semiflexion	5
III. Dauerzug	6
1. Angriffspunkt an der Haut	7
2. Angriffspunkt am Knochen	10
IV. Operative Behandlung	14
1. Knochennaht und Drahtumschlingung	15
2. Schrauben und Platten	23
3. Verschraubung	30
4. Knochenbolzung	33
5. Marknagelung	36
ERGEBNISSE OFFENER UNTERSCHENKELFRAKTUREN	
I. Gesamtmaterial	54
II. Ergebnisse der konservativen Behandlung	56
1. Ausgangsmaterial	56
2. Behandlungsergebnisse	57
3. Literaturvergleich	76
III. Ergebnisse der operativen Behandlung	77
1. Ausgangsmaterial	77
2. Behandlungsergebnisse	79
3. Literaturvergleich	99
IV. Zusammenfassung	102
LITERATURVERZEICHNIS	111



EINLEITUNG

Offene Unterschenkelfrakturen haben in der Diskussion um die Art der Behandlung stets eine besondere Stellung eingenommen. Die Infektionsgefahr offener Brüche, die durch die hautnahe Lage der Tibia besonders hoch ist, hat bezüglich der Behandlungsart zu ganz entgegengesetzten Meinungen geführt. Trotz der hohen Zahl von Mitteilungen über Erfahrungen und Ergebnisse der einen oder anderen Behandlungsart besteht heute keine allgemeingültige Ansicht über den Wert einzelner Methoden. Es wird noch eine Vielzahl von Mitteilungen über die Ergebnisse der verschiedenen Behandlungsarten nötig sein, bevor ein klares Gesamtbild entstanden ist, aus dem Vorteilhaftigkeit und Anwendungsgebiet der einzelnen Methoden genügend beurteilt werden können.

Mit der vorliegenden Arbeit soll durch die Aufzeichnung der Ergebnisse von konservativer und operativer Behandlung und durch den Vergleich beider Behandlungsergebnisse hierzu ein Beitrag geliefert werden.

Der Literaturteil vermittelt einen Einblick in die historische Entwicklung der Knochenbruchbehandlung. Neben der Art der verschiedenen Verfahren wird auch auf Erkenntnisse und theoretische Überlegungen hingewiesen, die zur Entwicklung der einzelnen Methoden von Bedeutung gewesen sind.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

HISTORISCHE ENTWICKLUNG DER KNOCHENBRUCHBEHANDLUNG

I. AUSSERE FIXIERUNG

In der Behandlung von Knochenbrüchen hatte man schon zu Lebzeiten des Hippokrates (460-377 v. Chr.) betreffs der Koaptation der Fragmente durch Extension und Kontraktion und Erhaltung der Bruchenden in der richtigen Lage durch Verbände, Laden, Hohlschienen einen recht fortschrittlichen Standpunkt erreicht. Vom 9. Jahrhundert ab verwandten die arabischen Wundärzte unter Zuhilfenahme von Eiweiß auch erhärtende Verbände. AVICENNA (11. Jahrh.), GUY DE CHOULIAC (14. Jahrh.) und PFOHLSPEUNDT (15. Jahrh.) gebrauchten bei Schenkelbrüchen die permanente Extension (40).

Im 19. Jahrhundert traten die erhärtenden Verbände mehr in den Vordergrund: Kleisterverband (SEUTIN 1832), Leimverband (VANCETTI 1846), Gipsverband (MATTHYSEN 1852), Wasserglasverband (SCHRAUT 1857), Tripolithverband (LANGENBECK 1880) (40).

II. SEMIFLEXION

Ein wesentlicher Fortschritt wurde im 18. Jahrhundert durch PERCIVAL POTT (1713-1788) herbeigeführt, der das ober- und unterhalb der Bruchstelle gelegene Gelenk mit ruhig stellte und dabei für alle Brüche zur Entspannung der Muskulatur statt der völlig gestreckten Lage die mäßig flektierte Lage (Semiflexion) forderte (40).

Die Semiflexion ist dann jedoch verlassen worden und

tauchte nur von Zeit zu Zeit wieder auf. Der Konstanzer Arzt SAUTER griff 1812 die Methode wieder auf und gebrauchte sie bei der Behandlung von Oberschenkelbrüchen (81). In der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts waren es außer ihm nur LORINSER und MIDDELDORPF, die das Prinzip der Semiflexion vertraten (81). Bei der Heftplasterdauerzugbehandlung lagerte auch BARDENHEUER in Entspannungshaltung (81). Eine Entspannungshaltung bei der Behandlung von Unterschenkelfrakturen wurde auch bei Verwendung der automatischen Extensionsgeräte nach ZUPPINGER (s.u.), der Hängemattenextension nach HENSCHKE (s.u.) und eines Verfahrens nach HENNEQUIN (s.u.) durch Hochlagerung des Unterschenkels bei gebeugtem Knie erreicht. Bei diesen drei Verfahren wurde die Semiflexion mehr oder weniger unbeabsichtigt erreicht. Im Vordergrund stand der Mechanismus zur Entwicklung einer dauernden Extension.

III. DAUERZUG

Die heute gebräuchliche Methode ist der Dauerzug am Knochen mit Hilfe eines percutan angelegten Stahldrahtes nach KIRSCHNER. Die vorher angewandten Verfahren zur Erreichung eines Dauerzuges sind zahlreich gewesen. Ihre Betrachtung berücksichtigt besonders zwei Gesichtspunkte:

- 1) Angriffspunkt des Zuges und Art des Angriffs,
- 2) Verminderung der Reibung (besonders bei Zug an der Haut wichtig).

1. Angriffspunkt des Zuges an der Haut

Im 11. Jahrhundert können wir die erstmalige Verwendung der Dauerzugbehandlung nachweisen (81). Mit Wahrscheinlichkeit wurden hier Manschetten oder Laschen gebraucht. Zur Verhinderung der Verkürzung verband der Konstanzer Arzt SAUTER im Jahre 1812 erstmalig das Prinzip der Semi-flexion mit einem - allerdings mangelhaften - Extensionszug bei Oberschenkelbrüchen (Zug an seitwärts am Oberschenkel anbandagierten Schienen) (81). LORINSER und MIDDELDORFF haben ähnliche Gewichtszugverbände in Semi-flexion angewandt und beschrieben. LORINSER gab als erster die Anwendung des Längszuges mit Gegenzug an (81). Zug und Gegenzug wurden mit Hilfe von Binden und Ledermanschetten übertragen, Hüft- und Kniegelenk befanden sich in Entspannungshaltung.

Durch die Erfindung des Heftpflasters erfuhr die Dauerzugbehandlung eine wesentliche Verbesserung. Die Erfindung fällt in die Mitte des vergangenen Jahrhunderts; die genaue Jahreszahl konnte nicht ermittelt werden. Durch die Einführung des gut klebenden Kautschukheftpflasters war die Verteilung großer Gewichtszüge auf große Flächen ermöglicht worden. Der Zug an der Haut durch Heftpflaster ist auf GORDON BUCK und CROSBY zurückzuführen. VOLKMANN brachte die Methode aus den USA nach Deutschland (81). Er verwandte die Methode aber mehr zur Behandlung von Arthritiden als von Frakturen. BIDDER, Assistent von VOLKMANN, empfahl als erster, die bei der Behandlung von Oberschenkelbrüchen damals allgemein üblichen Gipsverbände durch den Heftpflasterextensionsverband zu ersetzen, der die Verkürzung beseitige, die Callusbildung fördere (!) und die Heilungszeit abkürze (113) (!).

Vor Einführung des Heftpflasterextensionsverbandes ließen

sich bei der Extension Schnürringe und Druck nicht vermeiden, und die Fesseln in vollständiger Ruhelage waren für den Verletzten quälend. Der amerikanische Heftpflasterzugverband half durch gleichmäßigen Zug (auch bei Körperbewegungen!) diesen Mängeln ab.

In der Folgezeit wurden die verschiedensten Extensionsgeräte entwickelt. Für die Brüche des Vorderarms konstruierte BARDENHEUER mit seinem Assistenten DEUTZ eine tragbare Extensionsschiene. Der Zug erfolgte ohne Gewichte durch gespannte Spiralfedern, deren Spannung verstellt werden konnte. Sogar bei der typischen Radiusfraktur wandte BARDENHEUER die Extensionsbehandlung an (81). Die Röntgenaufnahme zum Vergleich mit anderen Verfahren gab es damals noch nicht. BORCHGREVINK entwarf ebenfalls ein tragbares Extensionsgerät für die obere Extremität. Der Unterarm lag dabei auf einem Brett, an dessen Unterseite ein Gummizug befestigt war. Der Zug des Gummibandes wurde über eine Rolle am Ende des Brettes mit Hilfe von Heftpflaster auf die Finger übertragen (81).

Auch an der unteren Extremität fanden Extensionsgeräte Verwendung. So kombinierte BARDENHEUER bei der Extension die Anwendung von Längs-, Seiten- und Rotationszug. BARDENHEUER verwandte ausschließlich den Heftpflasterzug, zunächst ohne, dann mit Semiflexion (81). Neben dieser Methode fanden die automatischen Extensionsgeräte nach ZUPPINGER weite Verbreitung (81). Der Mechanismus dieser Geräte wird deutlich, wenn man sich ein Parallelogramm vorstellt, dessen einzelne Seiten beweglich miteinander verbunden sind. Wird auf ein solches Parallelogramm ein Druck von oben in senkrechter Richtung ausgeübt, so flacht es sich ab. Dabei weicht der obere Teil des Parallelogramms zur Seite aus.

Die ZUPPINGER-Geräte entsprachen im Querschnitt etwa einem solchen Parallelogramm. Der bewegliche obere Teil des Gerätes, auf den der Unterschenkel angewinkelt wurde, wich bei Belastung zum Fußende hin aus. Die Extension wurde durch das Gewicht des Unterschenkels und des beweglichen Apparateteiles besorgt.

Bei der Hängemattenextension nach HENSCHKE hing der Unterschenkel in einer Art Hängematte. Dadurch entfiel die Reibung des Unterschenkels auf der Unterlage, und der Zug konnte sich ungehemmt auswirken. Die Extension wurde durch einen Gewichtszug erreicht und griff mit Hilfe von Heftpflaster am Unterschenkel an. Die Beugung von Hüft- und Kniegelenk war einstellbar (81).

Nach HENNEQUIN wurde der Unterschenkel in einem kleinen Wagen hochgelagert, der mit Rädern an zwei Drahtseilen hing, die zum Fußende hin schräg abwärts verliefen. Durch die abwärts verlaufenden Drahtseile hatte der Wagen das Bestreben, zum Fußende zu rollen. Durch das Eigengewicht von Bein und Apparat, sowie durch ein zusätzliches Zuggewicht an einem Gipsschuh wurde die Extension erreicht (81).

Die "Extensionsschiene zur Frühmobilisierung" nach ZIEGLER lehnte sich in der Konstruktion an die Geräte von ZUPPINGER an, verzichtete jedoch auf die Extension durch das Eigengewicht der Extremität. Der Zug wurde nur durch Gewichte ausgeübt. ZIEGLER legte das Hauptgewicht auf die Ermöglichung der Frühmobilisierung durch Ausführung passiver Bewegungen mit dem Apparat, ohne daß dabei die Zugwirkung aufgehoben wurde (81).

Mit allen diesen Extensionsgeräten wurde der Zweck verfolgt, die Reibung der extendierten Extremität auf der Unterlage aufzuheben oder zu vermindern.

2. Angriffspunkt des Zuges am Knochen

Zu den Verfahren mit an den Weichteilen angreifender Extension trat kurz nach der Jahrhundertwende ein neues Verfahren: die Nagelextension mit direkter Einwirkung auf den Knochen.

Die direkte Einwirkung von Nägeln auf die Knochenfragmente ist erstmalig von MALGAIGNE (1806-1865) angewandt worden. Durch den sogenannten MALGAIGNE'schen Stachel - einer mit stachelartigem Ende versehenen Schraube in einer circulären Ledermanschette - versuchte er auf das vorstehende Fragment bei Unterschenkelfrakturen einzuwirken. Es gelang dadurch, eine Seitendislokation - nicht aber eine Verkürzung zu beseitigen. Dieses Verfahren wird deshalb erwähnt, weil es wichtig für die Entwicklung eines percutan am Knochen angreifenden Gerätes gewesen ist.

Ein weiterer interessanter Vorläufer der knöchernen Extension war MALGAIGNE's Klammer zur Behandlung von Patellarfrakturen. Die Klammer überbrückte den Frakturspalt und war mit jeweils zwei Zinken in den Rand der Patella percutan eingesetzt. Sie verhinderte so die Distraction. Drei Prinzipien verbanden sich in diesem Gerät erstmalig miteinander: das Prinzip von Zug und Gegenzug, das eines knöchernen Angriffspunktes und das Erreichen des knöchernen Angriffspunktes auf percutanem Wege.

Von HEINEKE (1834-1901) stammt ein Verfahren, das erst im Jahre 1910 - als die Nagelextension schon bekannt war - durch GRASER publiziert wurde (109). Mit einer Zange, an deren Enden kräftige Haken angebracht waren, die seitwärts in den Calcaneushöcker eingesetzt wurden,

konnte durch direkten Angriff am Knochen ein Zug ausgeübt werden. Das Verfahren ist jedoch nur zu einmaligem Zug beim Anlegen des Gipsverbandes benutzt worden. Das Prinzip tauchte dann später wieder bei der knöchernen Dauerextension auf. Das gleiche Prinzip wird übrigens heute noch bei der Extensionsbehandlung von Wirbelerletzungen in Form der CRUTCHFIELD'schen Zange (bitemporal in die Schädelcorticalis eingesetzt) angewandt.

Eine für die Entwicklung der Nagelextension wichtige Beobachtung machte NIEHANS (1904) (86). Er stellte fest, daß Metallnägels, die zur Reposition in die Fragmente eingetrieben worden waren und deren Enden aus der Haut hervorragten, einige Zeit stecken gelassen werden konnten, ohne daß es zur Infektion kam! Die Erfahrungen von NIEHANS haben STEINMANN dazu veranlaßt, im Jahre 1907 das Anfassen mit einem Nagel am peripheren Fragment zur kontinuierlichen Extension zu erheben (109). Im Zentralblatt für Chirurgie Nr. 32 1907 publizierte STEINMANN unter dem Namen "Nagelextension" seine Methode, welche den kontinuierlichen Zug in der Frakturbehandlung ausschließlich durch in oder durch den Knochen getriebene Nägel direkt auf das periphere Fragment überträgt (107). Dabei wurde der Zug an beiderseits eingetriebenen Nägeln oder am durchgehenden Nagel ausgeübt. Der durchgehende Nagel wurde nach Vorbohren eines Loches eingelegt.

Schon 1903 führte der Italiener CORDIVILLA eine der STEINMANN'schen Nagelextension ähnliche Extensionsmethode durch (81; 39). Nach dem Anlegen eines Gipsverbandes durchtrennte er den Verband circular und ließ einen Gewichtszug auf das distale Gipsstück wirken. Um nun die dabei aufgetretenen Drucknekrosen zu vermeiden, legte er zusätzlich einen Nagel durch den Fersenbeinhöcker, den er mit eingipste.

In Ermangelung von Nageextensionsgeräten hat KLAPP 1912 im Balkankrieg als erster eine Drahtextension angewandt (52). Als Material benutzte er biegsamen Aluminium-Bronzedraht, den er durch ein vorgebohrtes Loch im Calcaneus zog. Das Einschneiden der Weichteile durch den Draht versuchte er dadurch zu vermeiden, daß er die Drähte nicht seitlich, sondern an der Fußsohle ausführte. Trotzdem ließen sich Weichteilverletzungen nicht immer vermeiden. Außerdem bedeutete diese Drahtführung Drucknekrosen medial und lateral am Calcaneus und damit Infektionsgefahr.

Eine andere Form der Drahtextension wandte GELINSKI 1914 zur Behandlung von Fersenbeinbrüchen, sowie Malleolar- und Supramalleolarfrakturen an: die sogenannte "Extension über dem hinteren Fersenbeinfortsatz" (29). Hierbei wurde im Winkel zwischen Vorderfläche der Achillessehne und oberer Fläche des hinteren Fersenbeinfortsatzes ein Silberdraht hindurchgezogen. Mit Hilfe dieses Drahtes und mit Hilfe von Heftpflastern am Vorderfuß wurde ein Brettchen an der Fußsohle befestigt, an welchem dann der Zug erfolgte.

FINOCHETTI verwandte anstelle des Drahtes ein etwa 1 cm breites Band, das an einem Spreizbügel befestigt wurde (81).

Um den Weichteilschaden durch den flexiblen Draht bei der Extension nach KLAPP zu vermeiden, entwickelte HERZBERG einen hufeisenförmigen Bügel, dessen Enden den seitlich austretenden Draht aufnehmen, so daß der Draht also gestreckt festgeklemmt wurde (53). Da es sich um dünne Drähte handelte und da sie nicht gespannt wurden, bogen sie sich. Weniger stark verbog sich der Draht bei den Drahtspannern von ANSINN und BORCHGREVINK (53).

Erst KIRSCHNER entwickelte einen Bügel, in dem der Draht so stark gespannt wurde, daß er kaum zu verbiegen war.

Schwierig war aber immer noch das Einführen des Drahtes in das vorgebohrte Loch. Um dieser Schwierigkeit entgegen zu können, entwickelte KIRSCHNER 1927 ein Gerät, mit dem ein biegsamer, angespitzter Stahldraht direkt durch Weichteile und Knochen gebohrt werden konnte (51).

Das percutane Einlegen des Drahtes ist der wichtigste Schritt in der Entwicklung der Drahtextension gewesen. Erst mit Einführung dieses Prinzips konnte sich diese Methode - die Drahtextension nach "KIRSCHNER" allgemein durchsetzen.

Von SACHSER ist der Extensionsbügel von KIRSCHNER noch verbessert worden. In diesem Bügel wurde der Stahldraht beiderseits an einem Kugellager befestigt. Auf diese Weise wurde vermieden, daß der Draht bewegt wurde, wenn sich der Bügel um die Drahtachse drehte.

Zum Schluß sei noch auf die sogenannten Distraktionsgeräte hingewiesen, die nach dem Prinzip von Zug und Gegenzug in Verbindung mit einem knöchernem Angriffspunkt des Zuges funktionierten. Bei Anwendung dieser Geräte wurde durch die proximale und periphere Epiphyse eines Röhrenknochens je ein Steinmann-Nagel hindurchgelegt, dessen beide Enden anschließend durch verschiedenartige Schienen fixiert wurden. Die Entfernung der Nägel voneinander konnte nach ihrem Anlegen durch unterschiedliche Mechanismen variiert werden. Anlaß zur Entwicklung dieses Verfahrens war das Bestreben, der knöchernen Extension einen am Knochen angreifenden Gegenzug entgegenzusetzen. Unter der Bezeichnung "Schienennagel-extension" ist diese Distraktionsmethode bekannt gewor-

den. KIRSCHNER (49) verband die beiden Nägel durch ein ausziehbares Schienengerüst. STEINMANN wählte dazu Stahlbänder, die an den Enden gelocht waren. LAMBRET konstruierte hierfür einen besonderen Apparat, der später von QUENU und MATTHIEU und auch von LAMBRET selbst weiter verbessert wurde. Von MERHAUT und BLOCK wurden 1920 ähnliche Apparate mitgeteilt. Im Jahre 1923 gab BLOCK ein Gerät an, das anstelle des starren Nagels einen gespannten Stahldraht benutzte. GÖTZE stellte 1927 ein besonderes Rahmengestell zur "Kugeldrahtreposition" vor. KLAPP und HEMPEL gaben 1929 Distraktionsgeräte an, BÖHLER 1928.

An dieser Stelle soll noch auf die Transfixation hingewiesen werden, bei der nicht äußere Schienen, sondern der Gipsverband den durch das proximale und periphere Fragment gebohrten Kirschnerdraht - nach Herstellung einer entsprechenden Distraction - in seiner Stellung fixiert. Hierbei läßt sich der Abstand der Drähte voneinander nach Anlegen des Gipses nicht mehr verändern.

IV. OPERATIVE BEHANDLUNG

Die ersten Indikationen für operative Maßnahmen am Röhrenknochen stellten Pseudarthrosen, irreponible Brüche und solche, deren Reposition sich nicht erhalten ließ, dar. Die ersten Versuche einer operativen Behandlung von Frakturen überhaupt gehen auf die Pseudarthrosenbehandlung in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts zurück. Sie stammen von CH. WHITE in Manchester, auf dessen Anregung im Jahre 1760 zum ersten Male die Humeruspseudarthrose eines neunjährigen Knaben durch Resektion beider Bruchenden erfolgreich behandelt wurde (100).

Durch operative Eingriffe versuchte man außerdem der Neigung zur Dislokation zu begegnen. Zunächst erreichte man das dadurch, daß man den Bruchenden eine Form gab, die bei ihrer Voreinanderstellung einen gewissen Halt garantierte. So spitzte ROUX zur besseren Fixierung der Bruchenden das eine Fragment zu und stellte es in die Markhöhle des anderen (100).

Andere frischten die Fragmente treppenförmig an (VOLKMANN, JORDAN), um durch Verzahnung der Sägeflächen die Dislokation zu vermeiden (100).

Sehr bald wurden aber auch mechanische Hilfsmittel - zunächst der Metalldraht - zur Fixierung verwandt.

1. KNOCHENNAHT UND DRAHTUMSCHLINGUNG

Die erste Anwendung der Knochennaht überhaupt findet sich bei der Behandlung von veralteten Patellarfrakturen. Im 17. Jahrhundert wurde von AURELIO SERVINIO erstmals die Drahtnaht zur Versorgung der Patella verwandt; RHEA BARTON gebrauchte sie 1834. 1846 benutzte auch DIEFFENBACH einen Draht zur Behandlung veralteter Patellarfrakturen.

1877 führte JOSEPH LISTER als erster die Drahtnaht bei einer frischen Patellarfraktur durch (113). Dieser Eingriff war zugleich die erste nachweisbare Operation an einem frischen und geschlossenen Bruch überhaupt. Im gleichen Jahr wandte auch HECTOR CAMERON die sofortige Patellarnaht erfolgreich an. TRENDLENBURG und UHDE (113) gebrauchten sie im Jahre 1878, PFEIL SCHNEIDER im Jahre 1879 (92).

Die erste Knochennaht am Röhrenknochen führte J. KEARNY RODGERS in New York im Jahre 1826 mit Erfolg aus (100). JOHN RUSSEL wandte die Naht mit Metalldraht auch bei komplizierten Frakturen an (100). Im allgemeinen wurden jedoch nur Pseudarthrosen und gelegentlich alte Frakturen, die der unblutigen Reposition getrotzt hatten, operiert. Als Primärbehandlung hat sich die Drahtnaht auch bei entsprechender Indikationsstellung nicht allgemein durchsetzen können. Die Störungen des Fremdkörpers mit Eiter- und Fistelbildung, die Unzuverlässigkeit der festen Vereinigung und das Ausreißen der Nähte waren daran schuld. Als PFEIL SCHNEIDER auf dem Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie im Jahre 1892 für den ausgedehnten Gebrauch der Drahtnaht auch bei frischen geschlossenen Frakturen eintrat (92), wurde er von BERGMANN sofort scharf angegriffen. Auch KOCHER, VOLKMANN und BRUNNER erklärten in der folgenden Diskussion die Naht bei frischen Frakturen für einen unberechtigten Eingriff (113). Noch 1899 bezeichnete A. WEISS die Drahtnaht als typische Pseudarthrosenoperation (100).

Nach der Jahrhundertwende gewann die Drahtnaht mehr Anhänger. Im Jahre 1901 machte REHN in einer Arbeit von ROTHSCHILD Mitteilungen über die Anwendung der Knochennaht bei subcutanen (geschlossenen) Frakturen (54). TUFFIER, LANE und STEWARD sprachen sich für die Naht aus und warfen anderen Verfahren schlechte Ergebnisse vor (4). Auf dem Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie im Jahre 1904 trat FRITZ KÖNIG für die Knochennaht subcutaner Frakturen ein, die er bei Frakturen des Olecranon und der Patella als das Normalverfahren bezeichnete (54). Mit ihm sind KOCHER und HELFERICH für die Methode eingetreten. Allgemeine Bedeutung scheint das Verfahren aber zu der Zeit noch nicht er-

langt zu haben, denn in HOFFA's Lehrbuch der Frakturen und Luxationen (Stuttgart 1904) ist die Methode nicht erwähnt worden.

Im Vordergrund bei der Diskussion um die Drahtnaht stand nicht so sehr die Frage der Operationstechnik und des Materials. Im Vordergrund stand die Frage des operativen Eingriffs überhaupt. Für eine Bloßlegung der Fraktur sprachen sich TUFFIER, LOUBET, SOREL, ROTHSCCHILD und REHN, LANE und LAMBOTTE aus (4). Andere hielten an der alten Auffassung fest, daß höchstens in hoffnungslosen Fällen die Freilegung der Fraktur gerechtfertigt sei; so PAUL BERGER, DEPAGE, FRANK, GIORDANO und NOETZEL (55).

Das Nahtmaterial ist, wie aus dem Schrifttum hervorgeht, sehr verschiedenartig gewesen. Im vergangenen Jahrhundert gebrauchte man bis zur Zeit der Jahrhundertwende ausschließlich Metalldrähte. Man verwandte Gold-, Silber-, Eisen-, Platin-, Kupfer- und Bleidraht, der entweder spontan ausgestoßen oder entfernt wurde. Daß der Draht reizlos einheilte, wurde anscheinend nicht erwartet. GURLT hebt in seinem Handbuch der Lehre von den Knochenbrüchen 1862 einige Fälle als Besonderheit hervor, wo der Draht eingeheilt war und schlecht entfernt werden konnte (100)!

Erst zu Anfang dieses Jahrhunderts versuchte man auch Nahtmaterialien, die einheilten und nicht entfernt werden brauchten. FORSTER gab 1913 für leicht zu fixierende leichte Brüche Catgut und Känguruhsehn an. Später wurden häufig Catgut (SILFERSKIÖLD, 1928 und NOVAK, 1929) oder dicke Seide (KRASNOBAJEFF) gebraucht. SCHEDE nähte mit Catgut und Seide und gab 1928 einen Mechanismus zur Plombierung der Naht an. Andere zogen organisches autoplastisches Material vor, so Fascie

(PETRASERSKAJA für Patella, GOLJANITZKI für Patella und Gelenkbrüche), freitransplantiertes Fascienrohr (JENSEN 1928 und DAHL IVERSEN), Periostrohr (KATZENSTEIN 1928).

Demgegenüber blieben auch Drähte aus Metall gebräuchlich, die den Nachteil der schlechteren Verträglichkeit, aber den Vorteil der besseren Fixierung hatten. Als erstes brauchbares Material fand das Silber auf Grund seiner geringen chemischen Aktivität Verwendung. Dann setzte sich der Aluminium-Bronzedraht durch, der von KÖNIG noch 1914 empfohlen wurde. KIRSCHNER sprach sich 1922 für den ausgeglühten Klaviersaitendraht aus. Diese und andere Drahtgattungen wurden dann durch den Kruppschen rostfreien Stahldraht überholt. MAX LANGE und DEMEL waren es, die die bessere Tauglichkeit des Kruppschen Stahldrahtes nachwiesen.

Der Verschluß der Drahtenden ist immer ein Problem der Drahtnaht gewesen. Mit Hilfe einer Öse an einem der Drahtenden konnte BORCHARDT eine Schlinge um den Knochen bilden, die er fest zuzog (21). Das freie Drahtende bog er um die Öse um und kniff es mit einer Kneifzange nach einem Zentimeter ab. DEMEL (21) torquierte einfach die Drahtenden, so wie es die meisten taten. GULEKE ließ bei Pseudarthrosenoperationen die zusammengedrillten Enden der Drahtschlinge aus der Wunde herausstehen, um später den Draht leichter entfernen zu können. MAGNUS (78) zog die Drahtenden durch ein senkrecht zum Knochen stehendes Stahlröhrchen, an dessen knochenfernem Ende die Drahtenden umgebogen und abgeknipst wurden. Damit wurde ein bequemerer Spannen und ein einfacheres Fixieren der Drahtenden erreicht. Das Röhrchen ließ er aus der Wunde schauen! JUVARA verwandte ein kleines Instrument zum Spannen und Festhalten des Draht-

tes, das er ebenfalls aus der Wunde herausragen ließ. KIRSCHNER (50) lötete die Drahtenden mit LötKolben und Lötmasse zusammen. Den Knochen schützte er durch Unterlegen eines Isolierplättchens vor der Hitzeeinwirkung. Er verwandte ausgeglühten Klaviersaitendraht, da sich der Krupp'sche rostfreie Stahldraht nicht löten ließ.

Die Ergebnisse der Knochennaht waren insgesamt betrachtet unbefriedigend. So schreibt MATTI 1918 in seinem Lehrbuch, die Knochennaht sei "im allgemeinen keine gute Vereinigungsmethode und nur bei ganz bestimmten Frakturformen angebracht". 1925 wurde auf dem IV. Internationalen Kongreß für Unfallheilkunde in Amsterdam die Versenkung von Fremdkörpern in der Nähe von frischen Frakturen wegen schlechter Ergebnisse durchweg abgelehnt.

Eine wesentliche Verbesserung erfuhr das Verfahren durch die Entwicklung von Drahtspannern. KIRSCHNER (50) gebührt das große Verdienst, die Spannzange eingeführt zu haben (1922). Ähnliche Instrumente zu dem gleichen Zweck sind von BORCHARDT, DEMEL, MAGNUS, EHALT, THOMSON und LEEMANN angegeben worden (39). Die Spannzange und der stark belastungsfähige rostfreie Stahldraht ermöglichten es, die Bruchenden völlig fest miteinander zu vereinigen. Der Draht konnte nun so fest angezogen werden, daß es überflüssig wurde, ihn durch ein Loch im Knochen hindurchzuziehen (wodurch das Abrutschen verhindert wurde). Die Drahtnaht konnte zugunsten der senkrecht zum Knochen gelegten Drahtumschlingung verlassen werden. Der Verschluß der Drahtenden wurde ähnlich gehandhabt wie bei der Drahtnaht. Nach HELLNER (42) war noch im Jahre 1940 die Drahtumschlingung in Verbindung mit dem Stahlröhrchen nach MAGNUS (s.o.) am gebräuchlichsten. In den Kriegsjahren wurde es dann allgemein üblich, ein-

fache oder doppelte Schlingen subperiostal zu verlegen, die Enden zu verdrehen und die Wunde zu verschließen.

Mit der Aufgabe der Drahtnaht engte sich die Indikation für die Anwendung von Draht ein. Während mit der in Längsrichtung des Knochens angelegten Drahtnaht auch Querbrüche versorgt wurden (LEJARS), wurde die Drahtcerclage an Röhrenknochen nur bei ausreichend langen Schräg- und Torsionsbrüchen ausgeführt. KEHL befürwortete im Jahre 1948 die Cerclage auch bei Schienenbeinflötenschnabelbrüchen wegen der verkürzten Behandlungszeit, weil sie einfacher als die Marknagelung auszuführen sei, und wegen eines besseren kosmetischen Effektes. BARTSCH (5) warnte daraufhin vor "Frakturenkosmetik" und mahnte zur genauen Indikationsstellung. Er betrachtete die Cerclage als "gefährlich". Auf die Anwendung der Cerclage bei langen Schräg- und Torsionsbrüchen wiesen BETZEL (7) 1950, MAATZ (77) 1951, HÄUPTLI (38) 1956 und LEEMANN (70) 1954 hin.

Trotz des an Material und Technik verbesserten Verfahrens zeigten sich - besonders in der vorantibiotischen Zeit - allgemein Bedenken, die sich in der Hauptsache gegen das operative Vorgehen und die damit verbundenen Gefahren richteten. HELLNER (42) meinte 1940 zur Osteosynthese, daß es unzweifelhaft besser sei, ohne Fremdkörper auszukommen. G. MAGNUS (79) riet noch im Jahre 1943 dazu, einen Knochenbruch nur dann zu operieren, wenn mit keiner anderen Methode zum Ziel zu kommen sei.

Die Tauglichkeit der Drahtumschlingung wurde (besonders nach Einführung der Tibiamarknagelung) recht unterschiedlich betrachtet. Die hauptsächlichsten Gesichtspunkte der Beurteilung waren:

1. Erreichung einer stabilen Osteosynthese,
2. Hohe Drahtspannung und deren Folgen,
3. Resorption des Knochens unter dem Draht und damit Lockerung des Drahtes.

SCHUMPELICK und JANTZEN (101) wiesen 1953 daraufhin, daß es ein Irrtum sei, anzunehmen, daß eine Drahtumschlingung - selbst bei geeigneten Fällen und in anatomischer Stellung - eine stabile Osteosynthese sei. Auch BRUCK, HUND und MOSER (17) gaben 1954 ihrer Meinung Ausdruck, daß die Drahtcerclage nicht zu einer Fixation der Fragmente führe, sondern nur der Retention diene. Sie verlangten daher unbedingt einen zusätzlichen Oberschenkelgips. SPOHN (105) hingegen glaubte, eine gute Adaptierung und Fixierung zu erreichen. Er empfahl die Methode besonders für Spiralbrüche im unteren Drittel des Unterschenkels. Wichtig für den Erfolg war seiner Meinung, daß die Drähte wirklich fest angezogen waren.

Bezüglich der Spannung des Drahtes hat es große Meinungsunterschiede gegeben. Schon 1927 waren Stimmen laut geworden (LUDLOFF u. a.), die die feste Drahtumschlingung für schädlich hielten, weil dabei der Draht im Laufe der Jahre in den Knochen hineingedrückt werden sollte. Als besonders störend wurde das bei Kindern empfunden. Der Gedanke der Schädlichkeit der festen Drahtumschlingung tauchte dann später wieder auf. 1953 lehnte BÖHLER (13) die feste Drahtumschlingung ab und bezeichnete ihre Ergebnisse als schlecht. Die gleiche Feststellung machte ZUBRECKY (131). Er gab 1955 für die feste Drahtcerclage bei Unterschenkelbrüchen eine durchschnittliche Festigungszeit von 184 Tagen an. SCHULTHEISS (99) veröffentlichte 1957 seine Beobachtungen an drei Fällen von langen Spiralfrakturen am Unterschenkel, bei denen es nach primärer stabiler Osteosynthese mittels Drahtcerclage zu Pseudarthrosen gekommen war. Die Pseudarthrosen waren immer im Bereich des unteren Cerclagendrahtes aufgetreten, nachdem die Fraktur schon völlig zum Ausheilen gekommen war. Von ihm wie von anderer Seite verlautete

die Meinung, daß es durch die Zugspannung von 60 bis 80 kg zu einer Ernährungsstörung des Knochens mit nachfolgender Nekrose bzw. Nekrobiose im Abschnürungsgebiet kommt. Auch OSTAPOWICZ (88) teilte 1961 mit, daß er aus dem gleichen Grunde diese Behandlungsmethode jetzt seltener gebrauchen würde.

Um eine Lockerung der Schlinge nach der Knochenresorption zu vermeiden, empfahl MAATZ (76) die Verwendung einer dünnen Spiralfeder anstelle des Drahtes. Diese Feder erreicht auch nicht die Zugspannung des festangezogenen Drahtes. Die Federligatur nach MAATZ zieht sich nach der Knochenresorption im Bruchbereich enger zusammen und umklammert auch dann noch die Bruchenden fest.

Auch im Zusammenhang mit der Drahtcerclage wurde die Frage der primären operativen Versorgung einer offenen Fraktur aufgeworfen. KÜMMERLE und LORENZ (58) sprachen sich im Jahre 1953 für die Drahtung offener Unterschenkelbrüche aus, weil dadurch eine spätere gute Funktion erreicht würde, und ein einmal fixierter Bruch nicht mehr bewegt zu werden brauchte. BÖHLER (15) lehnte 1953 wegen schlechter Ergebnisse die feste Drahtnaht bei offenen Unterschenkelbrüchen ab. Die lockere Drahtumschlingung bietet nach BÖHLER bei offenen Brüchen keinen Vorteil, weil es hier besonders darauf ankommt, den Bruch völlig ruhig zu stellen. WITT (126) lehnt die Drahtumschlingung offener Frakturen prinzipiell ab.

Über den heutigen Stand der Anwendung von Draht in der Frakturbehandlung läßt sich abschließend sagen, daß das Verfahren allgemein nur in besonderen Fällen verwendet wird.

Für die Patellarfraktur ist die Verwendung des Drahtes zum ersten Male angegeben worden, und hier findet auch heute noch die Patellarnaht nach PAYR allgemein Verwen-

dung. Bei Frakturen des Brustbeins wird ebenfalls wie bei der Patella die Drahtnaht verwandt. Bei kleinen Abrißfrakturen, so am Fersenbein und Olecranon war die Drahtnaht sehr gebräuchlich. Heute sind diese Brüche die Indikation zum Gebrauch der Federkopfschraube nach MAATZ. Lange Schräg- und Torsionsfrakturen der langen Röhrenknochen sind auch heute noch die Domäne der Drahtumschlingung.

2. SCHRAUBEN UND PLATTEN

Von historischem Interesse sind einige Verfahren, die mit Hilfe von langen Schrauben und äußeren Schienen die Knochenfragmente zu reponieren und zu fixieren suchten. Diesen Verfahren war gemeinsam, daß man den Knochen mit Schrauben percutan und fern von der Bruchstelle durchbohrte und die Schrauben dann an einer äußeren Schiene befestigte. Drei Gründe mögen dafür verantwortlich gewesen sein, daß das Gerät nicht subcutan versenkt wurde. Einmal sträubte man sich dagegen - wegen des für die Bruchheilung ungünstigen Fremdkörperreizes - metallische Fremdkörper in Kontakt mit dem Bruch zu bringen. Zum anderen fürchtete man zu Recht das Operationsrisiko, das mit der Freilegung des Bruches verbunden war, und drittens konnten alle diese Geräte ohne Operation entfernt werden. Außerdem wäre eine Versenkung der Geräte auf Grund ihres Umfanges schon nicht möglich gewesen; dies wurde erst durch die Verwendung von Platten ermöglicht.

Diese ersten erfolgreichen Versuche, Frakturen und Pseudarthrosen in einer solchen Art zu vereinigen, wurden im Jahre 1855 - also in der vorantiseptischen Zeit - von LANGENBECK gemacht. LANGENBECK ließ sich dazu von

einem Verfahren DIEFFENBACH's anregen, der durch Einlegung von Elfenbeinstiften in die Bruchenden die Callusbildung anzuregen versucht hatte. LANGENBECK verwandte 12 cm lange, federkielstarke Stahlschrauben, die percutan in die Fragmente eingeschraubt und durch eine äußere Schiene fixiert wurden (100). Das Gerät war aber nicht brauchbarer als die Knochennaht und wurde selbst von LANGENBECK nur einige Male gebraucht. In Form des LAMBOTTE'schen Fixateurs tauchte das Gerät dann in technisch verbesserter Form wieder auf (81). LAMBOTTE führte das Verfahren nicht auf LANGENBECK, sondern auf RIGAND zurück. Die percutane Verschraubung mit den LAMBOTTE'schen Knochenfeststeller ist für die Behandlung von Pseudarthrosen und komplizierten Knochenbrüchen gebräuchlich gewesen. Die Gefahren einer Infektion entlang der Schrauben wurde aber auch durch Einführung der Antisepsis durch LISTER im Jahre 1867 nicht soweit vermindert, daß man die Methode auch bei geschlossenen Brüchen anwandte.

Ähnliche Apparate, die auf dem gleichen Prinzip beruhten, sind auch in diesem Jahrhundert von verschiedenen Chirurgen angegeben worden, so von JUVARA (Rumänien, 1921), ROSEN (Moskau), MAGEDA (Japan, 1926) und CHLUMSKI (Krakau, 1927). Noch 1941 gab HOFFMANN zum Gebrauch in der Kriegschirurgie seine "armierten Gipsbrücken" an, die ebenfalls nach diesem Prinzip arbeiteten.

Die operative Fixierung von Brüchen durch Platten, die auf dem Knochen selbst festgeschraubt wurden geht auf das Jahr 1886 zurück. Bei diesem Verfahren wurden zeitlich nacheinander zwei Prinzipien vertreten. Bei dem zuerst angewandten Verfahren (s. u.) blieben die Fremdkörper in Verbindung mit der Oberfläche; die Wunde wur-

de nur teilweise verschlossen. Später (s. u.) wurden die Fremdkörper versenkt, und die Wunde völlig verschlossen.

HANSMANN stellte auf dem Chirurgen-Kongreß in Berlin im Jahre 1886 erstmalig eine Methode vor, bei der eine Prothese quer über die Bruchstelle dem Knochen-schaft angelegt und angeschraubt wurde. Er empfahl seine Methode besonders für solche komplizierten Knochenbrüche, die für die Knochennaht mit Silberdraht wenig geeignet waren. HANSMANN überbrückte die Frakturen mit einem schmalen Metallblech. Er gebrauchte zuerst ungehärtetes vernickeltes Stahlblech. Als sich dieses durch Verbiegen als unbrauchbar erwies, ging er zu Aluminiumbronze über. Die Metallstreifen wurden auf dem Knochen über Stahlschrauben fixiert, die so lang gewählt wurden, daß ihr stumpfes Ende aus der Wunde schaute. Ein Teil des Metallstreifens war rechtwinkelig umgebogen und schaute ebenfalls aus der Wunde. Das geschah, um Schrauben und Metallstreifen leichter nach 4 Wochen entfernen zu können. Neben HANSMANN hat LAUENSTEIN dieses Verfahren angewandt. Daß dieses Verfahren über die Grenzen Hamburgs hinaus nicht weitere Verbreitung gefunden hat, ist auf das häufige Auftreten von Bohrlochsequestern zurückzuführen, die die Behandlungszeit, wie LAUENSTEIN zugeben mußte, gegenüber den unblutigen Verfahren verlängerte.

Durch seitlich aufgeschraubte Stahlschienen fixierte GLUCK im serbisch-bulgarischen Krieg im Winter 1885/86 eine Schußfraktur des Femurs. Das Bein konnte danach aktiv bewegt werden (113). Ob die Wunde verschlossen wurde, ist nicht bekannt.

DOIZY wies im Jahre 1894 auf ein Verfahren von QUENU hin, das auf der Methode von HANSMANN beruhte. Hierbei

kamen durchlochte Aluminiumstreifen zur Anwendung. Das grundsätzlich Neue an dem Verfahren war der sofortige Verschluß der Wunde nach der Operation. QUENU versuchte so, den Fremdkörper zur Einheilung zu bringen. In mehr als der Hälfte der Fälle gelang die Einheilung aber nicht. Die Methode wurde deshalb mehr bei der Pseudarthrosenbehandlung angewandt und führte hier zu guten Ergebnissen. DOIZY, GLUCK, OLLIER, REDARD und PEAN berichteten über gute Erfolge mit dieser Methode bei der Behandlung von Pseudarthrosen und auch bei der Behandlung von komplizierten Brüchen.

LANE gab im Jahre 1901 die Verwendung von Stahlplatten und versilberten Schreinerschrauben an. Dieses Verfahren hielt LANE nach seinen Erfahrungen mit Schrauben ohne Platten, Silberdraht oder Stachelzwingen für das Beste zur Erreichung einer idealen anatomischen Stellung. LANE wollte durch eine möglichst gute anatomische Stellung und durch eine möglichst frühzeitig ausgeführte solide Vereinigung Spätfolgen vermeiden. Aus diesem Grunde sprach sich LANE schon im Jahre 1889 für die blutige Behandlung sogar frischer geschlossener Brüche aus.

Ähnlichen Grundsätzen wie LANE folgte auch LAMBOTTE, der im Jahre 1906 u.a. die Benutzung von vergoldeten und mit Löchern versehenen Stahlplatten angab. Die LAMBOTTE'schen Platten waren rinnenförmig und wurden der Oberfläche des Knochens angepaßt. LAMBOTTE gab Schrauben vom Typ der Metallschraube den Vorzug.

SICK gab 1902 den Gebrauch von Elfenbeinplatten und Schrauben an (73). Mit dem gleichen Material erreichte LOTH (73), wie er 1914 mitteilte, sehr gute Erfolge. Allgemein wurde dieses Material aber wegen zu geringer

Stabilität abgelehnt. Das Anwendungsgebiet blieb in der Hauptsache auf Pseudarthrosen und komplizierte Frakturen beschränkt.

Trotz strengster Beachtung von Asepsis und Antisepsis gelang es nicht immer, die Platten einzuheilen. PFEIL SCHNEIDER wies schon 1902 daraufhin, daß es ihm nie gelungen sei, trotz aseptischen Verlaufs Platten und Schrauben einzuheilen (55). BIER hat ihm darin zustimmen müssen. Die Platten und Schrauben lösten sich und mußten entfernt werden. Deshalb machten es sich - wie PATEL - einige Chirurgen zum Grundsatz, Platten und Schrauben nach ein paar Monaten zu entfernen, auch wenn es bis dahin zu keiner Komplikation gekommen war. LAMBOTTE gab 1936 den Anteil der Fälle, in denen Platten und Schrauben wegen aufgetretener Komplikationen wieder entfernt werden mußten, mit 40 % an (83). (Drähte und Schrauben allein brauchten nicht so häufig entfernt werden.) Um das Entfernen zu vermeiden, empfahl DAHL IVERSEN die Verwendung von resorbierbarem Material wie Horn und Catgut (83).

Natürlich blieb die Anwendung von Platten und Schrauben nicht ohne Kritik. Hauptangriffspunkt der Kritik war die Lockerung der Schrauben (GROVES, SWEET, WINSOR).

F. KÖNIG sprach sich 1914, E. LEXER 1915 gegen die Verwendung von Platten und Schrauben aus. SHERMANN und FORSTER beobachteten zahlreiche Fälle, in denen sich die Platten verbogen hatten oder gebrochen waren. BABLER (3) tadelte die schlechten Ergebnisse. Den negativen Ergebnissen stand aber auch eine große Anzahl wesentlich günstigerer Erfahrungen gegenüber (BARTLETT, 1912; LUDLOFF, 1910; SAMPSON (97), 1912; SHEEN (101,

1914; METER, 1911; NICOLAYSEN (87), 1915; GRAHAM (31), 1913; FLAGGE, 1910; WALKER (119), 1913).

Nach 1940 ist das Verfahren durch die Marknagelung etwas in den Hintergrund gedrängt worden, und die Literaturhinweise wurden seltener. Bei offenen Frakturen, die sofort und besonders sicher ruhig gestellt werden müssen, setzte sich WADE (118) 1951 für die sofortige Versorgung mit der Lane-Platte ein. Die Ausführung der Verschraubung mit der Lane-Platte hielt er für leichter als die Ausführung der Marknagelung. Wegen zu großer Gefährlichkeit lehnten im Jahre 1953 WIGGINS, BUNDENS und PARK (124) die Verwendung der Platte ab und beschrieben die schweren Folgen, die nach Anwendung des Verfahrens in sieben Fällen aufgetreten waren. BÖHLER (13) hatte sich 1953 speziell gegen die Verwendung der Lane-Platte in der Frakturenbehandlung gewandt, weil die Platte ein Zusammenrutschen der Fragmente nach Resorption an den Bruchenden verhinderte. Von SAAL (95) bezeichnete aus dem gleichen Grunde die Lane-Platte für unphysiologisch. Durch Einführung der geschlitzten Platte, die ein Zusammenrücken der Fragmente möglich machte, konnte diese Schwierigkeit umgangen werden. WALLAU und HOLDERMANN (121) berichtete 1959 über 17 offene Tibiaschaftfrakturen, von denen 2 mit der Lane-Platte versorgt worden waren. Beide hatten Pseudarthrosen ergeben; eine davon mußte amputiert werden. Im gleichen Jahr veröffentlichte VELISKAKIS (117) einen Bericht über die Behandlungsergebnisse von 80 offenen Unterschenkelbrüchen, von denen 61 mit der Lane-Platte und 19 mit Schrauben sofort nach Beseitigung des Schocks versorgt worden waren. In 15 % der Fälle hatte sich eine Infektion gezeigt, die bei 10 % der Fälle auf den Knochen übergriff und eine Pseudarthrose zur Folge hatte.

Eine erneute Aktualität gewannen Platten und Schrauben im Zusammenhang mit der Kompressionsosteosynthese. Anstoß hierzu gab die Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) durch die Entwicklung der Kompressionsosteosynthese mit Druckplatten (MÜLLER, M.E., ALLGÖWER, EILLENEGGER). Anlaß zur Entwicklung dieses Verfahrens war die Beobachtung, daß bei axialer Kompression und absoluter Stabilität der Fraktur röntgenologisch kein Callus sichtbar wird. Diese wichtige Beobachtung teilte DANIS 1947 mit (Théorie et Pratique de l'Ostéosynthese, Paris, Masson und Cie.). Gegenüber der Knochenbruchheilung bei konservativer Behandlung liegt hier ein anderes biologisches Prinzip der Knochenbruchheilung vor, dessen Träger die Corticalis und die Spongiosa sind (ALLGÖWER, 1945). Für dieses Heilungsprinzip wurde der Begriff der "primären Knochenheilung" gebräuchlich. Nach MAATZ (1947) kann die primäre Knochenheilung wahrscheinlich nur dann eintreten, wenn jegliche auch noch so kleine mechanische Irritation ausgeschaltet ist, wie bei unverrückbar ineinander verkeilten Fragmenten oder bei Verbindung der Fragmente durch eine besonders stabile Form der Osteosynthese. Dann schieben sich die Osteone, von beiden Fragmenten den schmalen Spalt überbrückend, ins gegenüberliegende Fragment vor. Für die Bildung eines Granulationsgewebes ist in dem schmalen Spalt kein Platz. SCHENK und WILLENEGGER (1946) wiesen nach histologischer Untersuchung darauf hin, daß nach Osteotomie eines Tierknochens und nachfolgender absolut sicherer Ruhestellung der Osteotomie durch Druckosteosynthese der feine Osteotomiespalt primär von neuen Osteonen überbrückt wird. Die neugebildeten Lamellen verlaufen axial und stellen die im Frakturgebiet vorhandenen gewesenen Knochenlamellen in der ursprünglichen Form wieder her.

3. VERSCHRAUBUNG

In Anlehnung an die Holzverarbeitungstechnik wurden schon im vergangenen Jahrhundert nicht nur Platten und Schrauben, sondern bei geeigneten Bruchformen auch nur Schrauben in der Knochenbruchbehandlung angewandt. Indikationen zur alleinigen Anwendung von Schrauben bei Röhrenknochenfrakturen waren - und sind es heute noch- Schräg- und Torsionsfrakturen.

Die direkte Verschraubung ist auf LAMBOTTE zurückzuführen. Die Schrauben wurden nach Vorbohren eines Loches in die Knochendiaphyse eingeschraubt. Mit einem Einheilen der Schrauben wurde im vergangenen Jahrhundert nicht gerechnet. Um die Schrauben leichter entfernen zu können, wurden sie so lang gewählt, daß ihr stumpfes Ende über die Haut ragte.

Eine Neuerung gegenüber den LAMBOTTE'schen Schrauben stellten die 18 cm langen Bohrschrauben nach SCHANTZ dar, die eine schneidende, analog dem Doyenschen Bohrer gebaute Spitze hatten (81). Damit entfiel das Vorbohren. Durch die Einführung des LAMBOTTE'schen Fixateurs und ähnlichen Geräten wurde der Gebrauch von langen Schrauben zu Gunsten dieser besseren Geräte vernachlässigt.

Die Verwendung von kurzen Schrauben, die völlig in den Knochen eingeschraubt werden konnten, und über denen die Wunde primär verschlossen wurde, wurden erst am Ende des vorigen Jahrhunderts angegeben. Als LANE (67)

im Jahre 1894 zur sofortigen blutigen Reposition auch der frischen geschlossenen Frakturen riet - was vor ihm nur PFEIL SCHNEIDER auszuführen gewagt hatte - empfahl er gleichzeitig unter anderem die Verwendung gewöhnlicher Schreinerschrauben zur bleibenden Bruchvereinigung.

Seitdem ist die Verwendung von Schrauben in der Behandlung von Knochenbrüchen in der Literatur mehrfach angegeben worden. Meist wurde die Verschraubung aber nur als ein Verfahren neben anderen gebraucht. Die Drahtnaht und später die Drahtcerclage sind in der Behandlung der langen Schräg- und Spiralbrüche immer gebräuchlicher gewesen.

Die Komplikationen bei der Verschraubung waren die gleichen wie bei der Versorgung mit Platten und Schrauben : lockerer Sitz der Schrauben nach Knochenresorption, Fremdkörperreiz und Bohrlochosteomyelitiden. LAMBOTTE bezeichnete allerdings im Jahre 1936 rückblickend die Ergebnisse bei Anwendung von Schrauben besser als bei Anwendung der LANE- Platte; die Schrauben brauchten nicht so oft entfernt zu werden. Ebenso gaben WIGGINS, BUNDENS und PARK (124) 1953 den Schrauben den eindeutigen Vorzug gegenüber der LANE-Platte. Auch ZRUBECKY forderte 1955 zur anatomisch bestmöglichen Reposition von Schräg- und Torsionsfrakturen - besonders von offenen - Schrauben (oder subperiostal angelegte Zirkulardrähte), verwies aber darauf, daß das Zusammenrutschen der Fragmente nach Resorption an den Bruchflächen durch die Schrauben verhindert wird.

ALLGÖWER (1) berichtete im Jahre 1961 über seine Erfahrungen bei der Verschraubung von 400 Tibiafrakturen mit Druckschrauben. Die Druckschrauben werden in ein exakt vorgeschnittenes Gewinde eingeschraubt. Der schraubenkopfnaher Anteil der Schraube enthält kein Gewinde, sodaß die Fragmente kräftig durch den Schraubendruck zusammen-

-gepreß werden. Als Voraussetzung für gute Resultate nannte ALLGÖWER eine ausreichende Länge der Bruchfläche und eine Dicke der hinteren Corticalis von mindestens vier Millimetern. Für Torsions- und Schrägbrüche bezeichnete er das Verfahren als ideal. Auch Drehkeilbrüche und sogar Trümmerbrüche (hier zusätzlich mit Drahtumschlingung) wurden verschraubt. Besonders hervorzuheben ist, daß nach ALLGÖWER's Feststellungen die Schrauben nach 6 Monaten noch genau so fest waren wie beim Einlegen. Als Vorzug der Methode nannte er unter anderem die primäre Knochenheilung, als Nachteil, daß der lädierte Knochen als Kraftträger benutzt wird, und deshalb die Belastung erst später als zum Beispiel bei Marknagelung erfolgen kann. Bei 400 verschraubten Tibiafrakturen sah er in drei Fällen eine Knocheninfektion, in einem Fall eine Hautnekrose und fünf Fällen drohende Pseudarthrosen, die mit dem Marknagel beherrscht werden konnten.

In den letzten Jahren wurden einige recht interessante Angaben über die Verwendung von knöchernen Schrauben gemacht. VON SCHWIER (103) teilte im Jahre 1958 seine Erfahrungen über die Verwendung von knöchernen Stiftschrauben bei 30 geschlossenen und 15 offenen Unterschenkelfrakturen mit. Er verwandte vorwiegend homoioplastisches, kältekonservertes Knochenmaterial, aber auch in Zitratlösung konservierte Menschen- und Rinderknochen. Die 6 Millimeter starken Stiftschrauben wurden in ein in die Corticalis vorgebohrtes Gewinde eingeschraubt. Zwei der 30 geschlossenen Frakturen zeigten Verschiebungen und weitere 2 Infektionen der Bruchstelle mit Sequestrierung, aber knöchernen Festigung. Unter den 15 offenen Frakturen waren einige, bei denen die Verschraubung zur Erhaltung der Extremität vorgenommen wurde. Dadurch wurde das Gesamtergebnis entsprechend belastet: in 2 Fällen wurde wegen Infektion, Weichteildedefekt und mangelnder Blutversorgung die Amputation erforderlich, 2 Fälle zeigten Hautnekrosen und Osteomyelitis mit Sequesterbildung; eine davon bildete sich zur Pseudarthrose aus.

Als Vorzug dieser Methode wird die gute Verträglichkeit des Materials gewertet. Wie einem Knochenspan gelingt der Corticalisschraube der Anschluß an den lebenden Knochen; eine Lockerung durch Resorption tritt daher nicht auf. Ein so vereinigter Bruch ist relativ stabil fixiert: ein mit zwei 6 mm starken Schrauben versehener Spiralbruch (mit Keil) wurde mit 600 kg auf Stauchung beansprucht, ohne zu zerbrechen. Nach einer Beanspruchung auf Biegung mit 92 kg zeigte das Präparat keine Veränderung (Belastungsversuche am Knochenpräparat, VON SCHWIER, 1957, (102).

KÜPPERMAN (66) berichtete 1965 über die Anwendung von heteroplastischem Knochenmaterial (Schrauben, Platten und Schrauben, Nägel und gefensterte Röhren) bei 1013 Osteosynthesen. Autoplastisches Material hält er zur Osteosynthese für ungeeignet, da es infolge des frühzeitigen Umbaus gerade dann eine verminderte Stabilität zeigt, wenn die Fraktur noch eine Fixierung erfordert. Nach seiner Erfahrung hat sich der teilweise, teilweise, eiweißdenaturierte, entfettete, heteroplastische, kompakte Knochen am besten bewährt. Als Vorteil des Knochenmaterials nennt KÜPPERMAN die wesentlich bessere Verträglichkeit und den Umbau zu körpereigenem Knochen, als Nachteil die geringere Belastbarkeit des Materials. Überall da, wo starke Muskelkräfte trotz zusätzlicher Schienung der Fraktur auf die Bruchenden einwirken, kann es zu einem Bruch des Osteosynthesematerials kommen; kontraindiziert sind daher Femurfrakturen.

4. KNOCHENBOLZUNG

Als Vorläufer der Knochenbolzung ist eine Methode DIEFFENBACH's zu betrachten, der im Jahre 1848 Elfen-

beinstifte in vorgebohrte Löcher quer (!) in eine Pseudarthrose legte, um sie - hauptsächlich durch den Fremdkörperreiz - zum Abheilen zu bringen. Die erste eigentliche Bolzung führte HEINE durch, der im Jahre 1878 einen 3 cm langen Pseudarthrosendefekt mit einem Elfenbeinstift überbrückte. Auch VOLKMANN führte die Pseudarthrosenbehandlung zu etwa der gleichen Zeit durch Bolzung mit Elfenbeinstäben durch. Auf dem Chirurgen Kongreß im Jahre 1886 dehnte BIRCHER die Indikation der Knochenbolzung auf solche Frakturen aus, die sich nicht reponieren ließen oder weder im Kontentativverband noch im Extensionsverband fixiert werden konnten (113).

Als Material kam zunächst nur das Elfenbein zur Anwendung. Erst nach der Jahrhundertwende wurden andere Materialien versucht. Metallische Bolzen wurden zunächst auf Grund ihres großen Fremdkörperreizes abgelehnt. HOFFMANN gab zu Beginn dieses Jahrhunderts den Gebrauch von Knochenbolzen an, die aber den Nachteil der frühzeitigen Lockerung hatten. Zu der gleichen Zeit gab KUKULA Galalith an, das zu früh resorbiert wurde, wodurch es ebenfalls zur Lockerung kam. REHN und WAKA-BAIASHY (93) teilten 1911 das Ergebnis umfangreicher Untersuchungen über die Verträglichkeit von Elfenbein mit. Sie stellten dabei fest, daß bei aseptischem Verlauf das Elfenbein reaktionslos einheilte, worin beide eine Gefahr sahen: das Elfenbein "kann dann später zum Mittelpunkt von Entzündungen werden". In den Fällen, wo das Elfenbein nicht reaktionslos einheilte, trat eine sofortige teilweise oder völlige Resorption mit Lockerung auf. Aus dieser Erkenntnis und Überlegung heraus lehnten sie die Verwendung von Elfenbein ab und empfahlen auf Grund von Experimenten und eigenen Erfahrungen im Jahre 1911 die Hornbolzung. REHN hielt die Hornbol-

zung der Knochennaht für überlegen (93). SCHULTZE (100) bezeichnete 1916 die Knochenbolzung in solchen Fällen, wo sie ausgeführt werden konnte, der Lane-Platte eindeutig für überlegen. Zur operativen Behandlung rebellischer Vorderarmfrakturen (das heißt bei denen die Reposition nicht gelang) empfahl HELLER (41) 1930 einen 4 - 5 cm langen, runden Elfenbeinstift. Ausgehend von Beobachtungen an einer Bauersfrau, die nach einem Unfall ein Stückchen Holz jahrelang ohne jede Reaktion in ihrer Wade zurückbehalten hatte, benutzte TEODORESCU (111) 1939 Holzmaterial in Brettchenform als Bolzen. Eichen- und Akazienholz lobte er wegen besonders guter Verträglichkeit. Seiner Meinung nach trugen die gebenden Bestandteile des Holzes auch zur Antisepsis bei.

Die Applikation von Bolzen in die Markhöhle stieß häufig auf Schwierigkeiten. Wenn der Bolzen in der einen Markhöhle festgekeilt war, hatte man Schwierigkeiten, das andere Bruchstück über das vorstehende Ende des Bolzens zu stülpen. WILMS empfahl zur Überwindung der Muskelkraft den Extensionstisch nach SCHEDE; LEXER splitterte den Knochen seitlich auf, bis der Bolzen von der Seite her in die Markhöhle des anderen Fragmentes eingelegt werden konnte. Der Defekt wurde mit dem vorher entnommenen Knochen wieder gedeckt. GROVERS gab 1912 Metallbolzen an, die erst völlig in eines der Fragmente eingeführt wurden und dann mit einem Draht, der in der Mitte befestigt war, nach Gegenüberstellung der Fragmente in die andere Markhöhle gezogen wurde. Eine Bolzungsmethode, die ein wenig an die Marknagelung erinnert, wurde von SCHÖNE angegeben: die "Fernbolzung der langen Röhrenknochen" (128). Der Bolzen wurde bei diesem Verfahren fern von der Bruch-

stelle durch ein Fenster in den Markraum eingeführt und bis zur Bruchlinie vorgeschoben. M. MORAZA ORTEGA (83) veröffentlichte im Jahre 1936 zwei nach seiner Meinung "neue" Methoden zur Einführung des Bolzens.

- 1.) Einführung des Bolzens nach Anknicken des Knochens im Frakturspalt.
- 2.) Fensterung der Corticalis in der Nähe der Fraktur und Einschieben des Bolzens durch das Fenster.

M. MORAZA ORTEGA bezeichnete 1936 die Bolzung als eine der wirksamsten Methoden zur Behandlung der Pseudarthrosen.

Nach der Einführung der Marknagelung wurde die Knochenbolzung weitgehendst aufgegeben. Das hauptsächlichste Anwendungsgebiet der Knochenbolzung - die schlecht zu reponierende Fraktur und vor allen Dingen die Pseudarthrose - wurde mehr und mehr eine Indikation zur Marknagelung nach KÜNTSCHER.

5. MARKNAGELUNG

Unter den verschiedenen operativen Verfahren der Frakturbehandlung ist die Marknagelung eines der gebräuchlichsten Verfahren. Das Wesen der Marknagelung liegt in der Erreichung einer stabilen Osteosynthese durch Eintreiben eines Nagels in die Markhöhle. Zu diesem Zweck sind im Laufe der Entwicklung verschiedene Nageltypen angegeben worden.

Die Bezeichnung *M a r k n a g e l* ist im eigentlichen Sinne nur dann gerechtfertigt, wenn der eingeführte Nagel in der Markhöhle fest verklemmt ist, ähnlich wie ein Zimmermannsnagel im Holz. Da der Knochen

zum Unterschied gegenüber dem Holz nicht elastisch nachgibt, wird die elastische Verklebung bei der Marknagelung durch eine Querelastizität des Nagels erreicht. Der Querschnitt des querelastischen Nagels wird beim Einschlagen verkleinert. Auf diese Weise wird der Marknagel elastisch verklebt. Das Prinzip der elastischen Verklebung durch Querelastizität geht auf KÜNTSCHER zurück.

Es sei aber daraufhingewiesen, daß die Bezeichnung "Nagelung" schon zu einer Zeit gebräuchlich war, als eine elastische Verklebung auf Grund der vorhandenen Nageltypen noch gar nicht erreicht werden konnte, und daß die Bezeichnung auch später noch für Nageltypen beibehalten wurde, bei denen durch die Nagelart eine elastische Verklebung ebenfalls nicht zu erreichen war.

Im Jahre 1904 gab NIEHANS (86) erstmalig ein Verfahren bekannt, bei dem ein Nagel in Längsrichtung des Knochens in die Markhöhle eingeschlagen wurde; zur Fixierung der supracondylären Humerusfraktur trieb er von den Condylen aus je einen 9 cm langen "Nagel" (gewöhnlicher Zimmermannsnagel) in die Humerusdiaphyse. Die Nägel wurden nach 7 Tagen entfernt.

Eine große Ähnlichkeit zur Marknagelung langer Röhrenknochen besaß ein Verfahren, das von SCHÖNE 1913 angegeben wurde. Dieses Verfahren nimmt eine Mittelstellung zwischen Knochenbolzung und Marknagelung ein. SCHÖNE benutzte (seit 1913) bei Unterarmbrüchen lange Silberstifte, die die Markhöhle des Unterarms in ganzer Länge (!) ausfüllten (Bolzen waren sonst im allgemeinen nicht länger als 8 cm).

In den dreißiger Jahren setzte sich in Deutschland die Nagelung der subcapitalen Schenkelhalsfraktur durch. Dieses Verfahren ist auf SMITH-PETERSON zurückzuführen. SMITH PETERSON gebrauchte einen zentral durchbohrten Dreilamellennagel, der auf einem KIRSCHNER-Draht eingeschlagen wurde. BÖHLER brachte ihn 1930 nach Europa und verbesserte ihn, indem er den bis dahin nur angelöteten Kopf annieten ließ. Nach einem Vorschlag von FELSSENREICH ließ er auch die Lamellen verbreitern (10). Durch die Schenkelhalsnagelung wurden die funktionellen Ergebnisse der Behandlung besser und die Liegezeiten abgekürzt (BÖHLER,8).

G.KÜNTSCHER (59) dehnte das Prinzip der Schenkelhalsnagelung, die er als "stabile Osteosynthese" bezeichnete, durch seine "Marknagelung" auch auf die Brüche und langen Röhrenknochen aus. Dadurch sollte eine möglichst frühzeitige und genaue Wiederherstellung der anatomischen Form des Knochens und ihre stabile Fixierung bis zur Heilung ermöglicht werden, ohne daß die Bewegungen der Muskeln und Gelenke behindert wurden.

Die erste Marknagelung wurde von KÜNTSCHER im Jahre 1939 am Oberschenkel ausgeführt. Auf dem Chirurgen-Kongreß 1940 berichtete er über seine Methode und stieß zunächst auf Bedenken, da man sich an die schlechten Ergebnisse der Bolzung mit Knochen- und Elfenbeinstäben erinnerte. KÜNTSCHER konnte jedoch zeigen, daß die Verhältnisse bei der Marknagelung anders waren als bei der Bolzung. Als ersten Nagel stellte KÜNTSCHER einen biegsamen Lamellennagel aus V_2A -Stahl vor (59). Dieser Nagel bestand aus mehreren kurzen, zylinderförmigen Einzelstücken, die auf eine Kette aufgezogen waren. Durch Verkürzung der Kette

mittels einer Schraube ließ sich der biegsame Nagel nach Einführung in die Markhöhle in einen absolut starren Nagel verwandeln. Dieser erste Nagel von KÜNTSCHER war noch nicht querelastisch. Im Gegensatz zur Bolzung wurde der Nagel fern von der Fraktur durch ein Bohrloch in die Markhöhle eingeführt.

Für die Nagelung des Oberschenkels wies KÜNTSCHER 1940 auch auf die Möglichkeit der Verwendung von starren Nägeln hin, die von der Spitze des Trochanter major aus eingetrieben wurden. War der Oberschenkel jedoch stark gebogen, mußte ein biegsamer Lamellennagel genommen werden.

Als besondere Vorzüge des Verfahrens bezeichnete KÜNTSCHER 1940, daß der Bruch selbst nicht eröffnet wurde und Periost und Frakturhämatom nicht angetastet wurden, wodurch die Gefahren der blutigen Bruchbehandlung vermieden werden konnten. Außerdem war die Möglichkeit einer wirklich stabilen Osteosynthese gegeben, was besonders für offene und infizierte Brüche von größter Bedeutung war.

Bei der Verwendung starrer Nägel waren Dreilamellennägel gebräuchlich, die sich zur Spitze hin verzüngten (was sich aber als überflüssig erwies). Dann wurde von KÜNTSCHER der Zweilamellennagel eingeführt, der dem ersten weit überlegen war. Dieser Nagel war im Querschnitt V-förmig. Die beiden Lamellen bogen sich beim Einschlagen leicht zusammen und führten dadurch zu einer elastischen Verklemmung. Der Marknagel saß dadurch in der Markhöhle ebenso fest wie ein Zimmermannsnagel im Holz.

Damit schien ein Ideal in der Knochenbruchbehandlung verwirklicht worden zu sein. Die Ergebnisse waren am Oberschenkel so gut, daß die Marknagelung begeistert angenommen wurde. LORENZ BÖHLER, der über ein zahlenmäßig

großes Frakturenmaterial verfügte und keineswegs als operationsfreudig galt, erklärte laut HÄBLER (35), daß nach seiner Ansicht die Zukunft der Marknagelung gehöre. JÖRG BÖHLER bezeichnete im Jahre 1953 auf Grund der Erfahrung an 151 Fällen die Marknagelung als das beste Verfahren zur Behandlung von queren geschlossenen und von allen offenen Schaftbrüchen des Oberschenkels. Mißerfolge führte er auf zu geringe Erfahrung und auf technische Mängel zurück.

REHN schrieb in dem 1952 erschienenen Lehrbuch der Allgemeinen Chirurgie von LEXER-REHN (72) zur Anwendung des KÜNTSCHER-Nagels bei der Behandlung von Femurfrakturen: "Ich kann nicht umhin, die Lösung vom muskelphysiologischen Standpunkt aus als ideal zu bezeichnen. Dies beweisen die verblüffend günstigen klinischen Erfolge, welche bei dem Femurschaftbruch in kürzester Zeit und mit einer äußerst einfachen Technik erreicht wurden."

Die Marknagelung des Unterschenkels hingegen fand keine ungeteilte Zustimmung. Die Behandlungsergebnisse waren vergleichsweise schlechter als am Oberschenkel. Einer der wesentlichsten Gründe dafür lag in der Sanduhrform des Tibiamarkraums.

Für eine stabile Fixierung der Tibiafraktur sind im Laufe der Zeit verschiedene Nageltypen angegeben worden. Alle diese Nägel sollten den Knochen gegen Verformung durch die von mehreren Richtungen angreifenden Kräfte schützen, indem sie an vielen Punkten innerhalb des Markraums verklemmt waren. Für Brüche im mittleren Drittel ist heute der KÜNTSCHER-Nagel mit Kleeblattprofil am gebräuchlichsten; etwas weniger gebräuchlich der ältere KÜNTSCHER-Nagel mit V-Profil. Beide führen zu einer elastischen Verklemmung in der Markhöhle durch die Elastizität ihres Materials. Beim Einschlagen wird der quere

Durchmesser dieser Nägel durch den seitlich einwirkenden Druck verkleinert (vorausgesetzt, daß der Nagel nicht zu dünn gewählt wurde). Die durch den Druck des Nagels hervorgerufene Knochenresorption wird durch den Nagel über einen bestimmten Zeitpunkt hinweg ausgeglichen. Dadurch kommt es im allgemeinen nicht zur Lockerung des Nagels vor Eintritt der knöchernen Bruchheilung.

Die Forderung KÜNTSCHER's nach stabiler Osteosynthese konnte am Unterschenkel auf Grund der anatomischen Verhältnisse des Markraums auch mit einem querelastischen Nagel meist nicht erreicht werden. MAATZ (77) ergänzte daher die Forderung nach stabiler Osteosynthese durch seine Forderung nach Formschlüssigkeit des Nagels und ausreichender Biegefestigkeit. Im Jahre 1943 teilte er seine Erfahrungen mit Keil-, Spreiz- und konischen Nägeln mit, die er seit dem Ende des Jahres 1941 mit Erfolg angewandt hatte. Der konische Nagel war gerade und starr und wurde in seiner endgültigen Form eingeschlagen. Er eignete sich für die Frakturen im proximalen Teil von Femur und Elle. Besonders geeignet für Brüche im proximalen Abschnitt der Tibia war der Keilnagel. Er bestand aus zwei biegsamen Nägeln, die von der Tuberositas tibiae aus eingeschlagen wurden, wobei sie sich entsprechend verformten. Die nötige Biegefestigkeit und Formschlüssigkeit erhielten sie durch einen dritten Nagel, der als Keil zwischen beide eingetrieben wurde.

Für Brüche unterhalb der Markenge der Tibia entwickelte MAATZ den Spreiznagel. Durch eine schiefe Ebene am erst-eingeführten Nagel wurde der Spitze des zweiten Nagels beim Einschlagen nach Passage der Markenge eine andere Richtung gegeben. Durch diese Spreizung wurde die Formschlüssigkeit erreicht. Wichtiger noch war die Biegefestigkeit, die der Nagel in dem Spreizdreieck zeigte. Hierdurch

und durch die Formschlüssigkeit des Spreiznagels war eine stabile Osteosynthese bei Tibiafrakturen unterhalb der Markenge ermöglicht worden.

Um eine bestmögliche Formschlüssigkeit zu erreichen, empfahl KÜNTSCHER 1959 auch für frische Brüche die Markaufbohrung, die bis dahin nur in der Pseudarthrosenbehandlung üblich gewesen war.

Die Formschlüssigkeit zu erreichen, war auch Ziel der Bündelnagelung. Sie wurde 1961 von HACKENTHAL (135) zur Behandlung der Frakturen langer Röhrenknochen angegeben. Hierbei wurden von der Seite her so viele elastische Stahlnägel in den Markraum eingeführt, daß der Querschnitt voll ausgefüllt wurde.

HERZOG (137) benutzte seit 1950 den "Rohrschlitznagel", ein längs-und querstarres Rohr mit seitlichen Schlitzten, aus denen nachträglich eingeführte Drähte herausgeschoben wurden. Der Autor berichtete, daß er bei 34 geschlossenen Schienbeinnagelungen wegen Pseudarthrosen mit dem Rohrschlitznagel nur 2 mal zusätzlich einen Unterschenkelgips anlegen mußte.

WILLENEGGER (140), der die HERZOG-Nagelung aufgegriffen hatte, berichtete 1959, daß sie "für den Unterschenkelbruch, wenn wir ihn in bestimmten Fällen nageln müssen, gegenüber allen anderen Osteosyntheseverfahren der Tibia vorläufig das Beste ist, da uns der Rohrschlitznagel eine absolute Stabilität verschafft."

Publikationen anderer Autoren über den Rohrschlitznagel habe ich nicht gefunden. Die Methode ist technisch sicherlich schwieriger als die KÜNTSCHER-Nagelung, was wahrscheinlich zu ihrer geringeren Verbreitung beigetragen hat.

Die Verwendung einer weiteren Nageltype wurde von der Schweizer Osteosynthesegemeinschaft im Jahre 1963 angegeben (84). Dieser Nagel ist im Querschnitt etwa herzförmig und zeigt einen 2 - 3 mm breiten Schlitz. Zur Erhöhung der Stabilität am proximalen Ende wurde der Nagel auf einer Distanz von 5 cm röhrenförmig gelassen. Zur Erzielung einer besseren Rotationsstabilität im proximalen Fragment kann eine Schraube durch eine doppelte Öse eingeführt werden und im Knochen verschraubt werden. Das distale, fast verschlossene und leicht abgeboogene Nagelende wurde 3 cm über seiner Spitze mit 2 Fensterchen versehen. Durch diese können bei tiefliegenden Brüchen 2 Ausklinkdrähte herausgeführt werden. Diese Verfeinerung wurde dem HERZOG-Nagel entnommen. Die Nägel werden so hergestellt, daß die Elastizität für jeden Tibia- bzw. Femurnagel annähernd gleichbleibt. Das bedeutet, daß die Wandung der Nägel mit steigendem Durchmesser dünner wird, was bei der Ausarbeitung eines geeigneten Ein- und Ausschlaggerätes Schwierigkeiten bereitete (84). Eine Reihe von anderen Nageltypen sind angegeben worden, haben sich aber nicht durchsetzen können. Nägel in Dreiecksform sind von OBERHOLZ 1946 und von SAGE 1959, in Dreisternprofil von LOTTES 1954 und in Rhombusform von HANSEN-STREET 1957 angegeben worden. Diese Nägel federn in ihren queren Durchmesser nicht zusammen und führen deshalb nicht zu einer "elastischen" Verklemmung.

Die Markraumpinnung nach RUSH sei an dieser Stelle erwähnt. Sie bietet den Vorteil der leichten Einföhrung des biegsamen Pins von der Seite her. Der Pin führt nur zu einer Längsverklemmung, indem er an drei Punkten im Markraum fixiert wird. Das wird aber in der Praxis häufig

nicht erreicht, so daß dann der Pin nur die Wirkung eines viel zu dünn gewählten KÜNTSCHER-Nagels besitzt. Eine stabile Osteosynthese wird in diesem Fall dann nicht erreicht. L. V. und H. L. RUSH haben diese von ihnen als "longitudinale Nagelung" bezeichnete Methode seit dem Jahre 1932 durchgeführt. In Deutschland wurde diese Methode jedoch erst durch Veröffentlichung von GELBKE (133) in den Jahren 1955 und 1957 allgemein eingeführt.

Die wichtigsten Störungsfaktoren einer normalen Bruchheilung nach Marknagelung sind: Diastase der Bruchenden, Instabilität und Infektion. Diese drei Punkte werden im Folgenden behandelt.

Diastase:

Im Verlaufe des Heilungsprozesses tritt regelmäßig eine Resorption an den Bruchenden auf. Aus diesem Grunde hält es L. BÖHLER (13) für die wichtigste Aufgabe der Knochenbruchbehandlung, eine der Resorption entsprechende Verkürzung zu erzeugen. BÖHLER sprach sich aus diesem Grunde auch wiederholt gegen die Marknagelung (1953) aus. Der elastisch verklemmte Nagel verhinderte seiner Meinung nach das Zusammenrutschen der Bruchenden. Darüber hinaus kann aber bei einer technisch mangelhaft ausgeführten Nagelung eine Vergrößerung des Bruchspaltes herbeigeführt werden. Wie auch HÄBLER (36) ausführte, ist eine Diastase nicht nur auf eine während der Nagelung entstandene Distraction, sondern auch auf die Ausdehnung (der aseptischen) Nekrose der Bruchenden und auf die Größe ausgebrochener und abgestorbener Knochenstücke zurückzuführen. Je größer solch eine Diastase ist, desto länger dauert ihre Überbrückung mit Callus. Die Folge ist eine Verlängerung der Behandlungsdauer, eventuell eine verzögerte Callusbildung und Pseudarthrosenbildung. BÜRKLE DE LA CAMP (19) machte 1958 unter anderem auch die Diastase der Bruchenden für die

Bildung von Pseudarthrosen verantwortlich.

Instabilität:

Die Instabilität kann einmal, wie oben schon angegeben, primär nach der Nagelung vorhanden sein, wenn die "Nagelung" zu keiner Verklebung des Nagels im Markraum geführt hat. Sie kann aber auch sekundär entstehen. Wie weiter oben bei der Besprechung des KÜNTSCHER-Nagels berichtet worden ist, bleibt der eingetriebene Nagel nur über einen bestimmten Zeitraum elastisch verklemmt. Dann führt die Knochenresorption zur Lockerung des Nagels, der dann nicht mehr als Nagel funktioniert, sondern eher als Bolzen. Bei der ungestörten Bruchheilung wird die abnehmende nagelbedingte Stabilität durch eine zunehmende kallusbedingte Stabilität ersetzt. Erfolgt letzteres zu langsam, dann kommt es durch Lockerung des Nagels zu einer sekundären Instabilität der Fraktur.

Die primär herbeigeführte Stabilität des Bruches (d. h. die stabile Osteosynthese) wird als ein wesentlicher Vorzug der Marknagelung gegenüber der konservativen Methode angegeben. Bei der Marknagelung der Tibia jedoch ist wegen der Sanduhrform ihrer Markhöhle eine stabile Osteosynthese nicht immer erreicht worden, sodaß eine zusätzliche Fixation durch Gips erforderlich war (FISCHER und MAATZ 1942, 26; HÄBLER 1950, 35; SALEM 1952, 96; PENNERS 1954, 93; KRÖSL 1957, 56).

Von einigen Autoren wurde die Meinung vertreten, daß vor allen Dingen am Unterschenkel mit dem Marknagel nach KÜNTSCHER eine stabile Osteosynthese überhaupt nicht erreicht werden könne. LORENZ und JÖRG BÖHLER (16) vertraten die Ansicht, daß die Fixation der Tibia durch einen Nagel mechanisch nicht stark genug sei, um einer äußeren Fixation durch Gips zu entbehren (1948). Auch

nach Meinung des Amerikaners WADE (118) stabilisiert ein Nagel wegen der Form des Markraumes der Tibia zu wenig (1951). Er hielt die Marknagelung bei Tibiaschaftfrakturen deshalb für völlig unnötig, ja sogar für kontraindiziert.

Eine gegenteilige Meinung vertrat 1952 VON SAAL (95). Nach seiner Meinung zeigte die Nagelung der Tibia gegenüber dem Gips eine bessere Fixation, reduzierte stark die Kosten und hielt die Funktion aufrecht.

Daß ein lockerer Nagel sogar gefährlich sein kann, versuchte WITTMOSER (127) zu demonstrieren. Er beschrieb 1947 einen Fall, bei dem der Nagel über eine Entfernung von 35 mm in das obere Sprunggelenk gewandert war. Als Voraussetzung dafür nahm er einen lockeren Sitz (fehlende elastische Verklemmung) und Kraft der Bewegung (Schwerkraft und Trägheitsmoment des Metallnagels) an.

Infektion:

Die häufigste Störungsursache bei der Bruchheilung ist die Infektion. Eine hohe Anzahl von Mißerfolgen der Marknagelung ist vor allen Dingen auf den Eintritt von Infektionen im Anschluß an die offene Marknagelung geschlossener Brüche und besonders im Anschluß an die Marknagelung offener Frakturen zurückzuführen. Hinsichtlich der Infektion empfiehlt es sich, die gedeckte Marknagelung geschlossener Brüche, die offene Marknagelung geschlossener Brüche und die Marknagelung offener Brüche gesondert zu betrachten.

1.) Die g e d e c k t e M a r k n a g e l u n g
schneidet natürlich hinsichtlich der Infektionsgefahr
am günstigsten ab. LORENZ und JÖRG BÖHLER (16) gaben
1948 an, daß die Keimverschleppung von der Haut in
den Markraum beim Einschlagen des Nagels möglich sei,
und daß andererseits die Infektion leicht dem liegen-
den Nagel in den Markraum folgen könne. Erfahrungen
darüber teilten sie nicht mit. Ein Fall, bei dem der
Nagel an der Einschlagsstelle eine starke Eiterung
unterhielt, wurde 1943 von FISCHER und MAATZ (27)
beschrieben. Nach einer Sammelstatistik von KRÖSL,
1957 (56) hat die Zahl der Infektionen bei gedeckter
Nagelung geschlossener Unterschenkelfrakturen bei
insgesamt 1667 Fällen zwischen 8,1 % und 0,0 %, im
Durchschnitt 2,9 % betragen.

Infektionen, die auf die Einschlagsstelle beschränkt
bleiben, sind für die Knochenbruchheilung bedeutungs-
los und bleiben unberücksichtigt.

2.) Bei der o f f e n e n M a r k n a g e l u n g
werden zwei Vorteile der gedeckten Marknagelung aufge-
geben. Einmal geht durch die Eröffnung der Fraktur das
Bruchhämatom und damit dessen günstiger Einfluß auf
die Bruchheilung verloren. Zum anderen kann nach der
Operation eine Infektion der Operationswunde erfolgen,
die sich auf den Knochen ausdehnen kann. Der einzige
Vorteil bei der offenen Marknagelung geschlossener
Brüche ist das leichter auszuführende Gegeneinander-
stellen der Bruchenden, was vor Einführung eines
Röntgenbildverstärkers häufig schwierig war. A. W.
FISCHER (26) wies in diesem Zusammenhang 1942 darauf-
hin, daß es durch Fehlen eines geeigneten Repositions-
gerätes bei dem Versuch der geschlossenen Reposition
oft, zu stundenlangen Ringkämpfen gekommen war. Noch
1961 machte HACKENTHAL (135) für die häufige Anwen-
dung der offenen Marknagelung das Fehlen eines uni-

versalen Repositionsgerätes verantwortlich.

Die offene Marknagelung war sehr verbreitet. EHALT (23) z. B. gab 1959 an, geschlossene Oberschenkelbrüche grundsätzlich offen zu nageln. HEGELMANN (39) berichtete 1958, daß die Marknagelung "heute meistens offen" durchgeführt würde. MAX LANGE (136) schrieb 1959: "Wir selber lieben die gedeckte Marknagelung wenig und bevorzugen, wie die meisten anderen Kliniken, die offene."

Die Infektionsgefahr ist bei der offenen Nagelung geschlossener Frakturen erstaunlich hoch. Die konservative Methode hingegen kann hier zu keiner Infektion führen, da (mit Ausnahme von Drucknekrosen) keine Eintrittspforten für Keime geschaffen werden. HÄBLER (35) schrieb in seinem Buch im Jahre 1950, daß er bei 225 offenen Nagelungen geschlossener Brüche in 15,6 % der Fälle eine Infektion der Frakturstelle beobachtet hat. Bei der offenen Nagelung alter, geschlossener Frakturen sah er sogar in 43 % der Fälle eine Infektion. Leider wird die offene Nagelung geschlossener Brüche meistens zusammen mit der gedeckten Marknagelung als Marknagelung geschlossener Brüche der Marknagelung offener Brüche gegenübergestellt, so daß es hier an Zahlenmaterial fehlt. Die Infektionsquote ist aber wahrscheinlich nicht höher als bei anderen operativen Verfahren, bei denen die Fraktur freigelegt wird.

- 3.) Bei der Nagelung offener Brüche ist natürlich die Infektionsgefahr am größten. Vor der Zeit der Antibiotica und Sulfonamide zeigten sich bei EHALT (22) bei 18 Fällen von Marknagelung offener Unterschenkelfrakturen 5 Infektionen, von denen 4 durch den Nagel verursacht waren. L. BÖHLER (14)

gab 1953 für die Behandlung offener Unterschenkelbrüche nach dem konservativen Verfahren 20 % Wundstörungen und nach Marknagelung 33,72 % an. Nach einer Sammelstatistik von KRÖSL (56) war es nach Nagelungen offener Unterschenkelbrüche in 71,4 bis 18,8 % der Fälle, im Durchschnitt in 38,97 %, zu einer Infektion gekommen (1957).

JACKSON und MACNAB (45) beobachteten bei offenen Unterschenkelfrakturen nach operativer Behandlung in 45 % der Fälle Komplikationen, nach konservativer Behandlung allerdings in 53 % der Fälle (1959).

KUNTSCHER gab 1962 in seiner "Praxis der Marknagelung" der Meinung Ausdruck, daß die Infektion die einzige Gefahr sei, die bei der Marknagelung noch zu fürchten ist. Über den Verlauf einer Infektion bei liegendem Nagel schrieb er in der "Praxis der Marknagelung": "Es kommt bei der Marknagelung nicht zur foudroyanten Osteomyelitis mit allem, was dazu gehört: Totalsequestrierung des Knochens, Abheben des Periostes und Bildung einer Totenlade. Vielmehr bleibt die Infektion auf die Bruchstelle oder bei der schweren Form auf die Markhöhle beschränkt." Bezüglich der Infektion bezeichnete er den Marknagel anderen operativen Verfahren gegenüber als überlegen.

Vier Jahre zuvor war URIST (114) zu einer ganz gegenteiligen Meinung^{*} bezüglich der Ausdehnung einer Infektion bei liegendem Nagel gekommen. Er bezeichnete die Infektion bei interner Fixierung als viel mehr resistent gegen die Behandlung, die Infektionszeit als verlängert und die Infektion als ausgedehnter. Er hielt aus diesem Grund offene Brüche für inoperabel.

Ruhigstellung und Infektion

Die Notwendigkeit der absoluten Ruhigstellung der Fragmente einer komplizierten Fraktur hat viele Chirurgen dazu veran-

laßt, trotz der großen Infektionsgefahr die Marknagelung durchzuführen.

Durch die Marknagelung offener Brüche ist die Gefahr der Infektion durch eine exakte Ruhigstellung vermindert, äußerten L. und J. BÖHLER (16) im Jahre 1948 und im Jahre 1951 MAATZ (77), der gleichzeitig forderte, daß die Gewinnung der stabilen Osteosynthese bei offenen Frakturen mit besonderem Eifer verfolgt werden muß. WADE (118) bezeichnete bei offenen Frakturen die sofortige und stabile operative Fixierung zur Verringerung der Infektionsgefahr als unbedingt erforderlich (1951).

KASPAR (144) maß bei komplizierten Brüchen der absoluten Ruhigstellung soviel Bedeutung bei, daß er diese Art von Verletzung als Kontraindikation für den Gipsverband (Gehgipsverband) betrachtete (1951).

Zur Frage der Ruhigstellung eines Bruches durch einen Gipsverband erbrachte MERRYWEATHER (82) 1954 den Nachweis, daß der beste Gipsverband nur in sehr beschränktem Maße die Fragmente einer Fraktur ruhigzustellen vermag.

Auch WEICKHARD (123) ließ sich von dem Gedanken leiten, daß offene, also infektionsgefährdete Brüche besonders stabil vereinigt werden müssen. Er befürwortete 1956 aus diesem Grunde die Nagelung der offenen Unterschenkelbrüche; bei der Nagelung geschlossener Brüche sah er keinen Vorteil.

Marknagelungsfolgen

BÜRKLE DE LA CAMP (18) hat in den Jahren 1951 - 1958 213 Marknagelungsfolgen stationär behandelt, davon 160 Pseudarthrosen und 53 eitrige Osteomyelitiden. Als Ursache der Pseudarthrosen gab er instabile Nagelung durch zu dünne Nägel, Diastase und Zerstörung des Periosts bei of-

fener Marknagelung an. Die Zahl ist sehr hoch, läßt jedoch keine Rückschlüsse auf die Gesamtzahl der ausgeführten Nagelungen zu, von denen die 213 Fälle nur einen Teil darstellen. Die hohe Zahl läßt aber auch die Frage aufkommen, ob nicht noch ernstere Folgen nach Marknagelungen aufgetreten sind, wie Amputationen, Sepsis und Todesfälle.

Über Amputationen als Marknagelungsfolge fanden sich in der Literatur keine Hinweise. Im Gegenteil hielt THOMPSON (112) 1952 die Nagelung für geeignet, um bei großen Weichteildefekten die Amputation zu vermeiden.

BÖHLER berichtet 1948, daß er nach Marknagelung keinen Todesfall und nur eine einzige gutartig verlaufene Allgemeininfektion beobachtet hat. Auch OSTAPOWICZ (88) gab 1961 an, daß er nach Marknagelung einen tödlichen Ausgang als Komplikation nicht erlebt hat. Ebenso teilte KÜNTSCHER (65) 1962 mit, daß er nach dem Krieg keinen tödlichen Ausgang auf Grund von Infektionen und keine Amputation beobachtet hat.

Seit der Einführung der Marknagelung durch KÜNTSCHER im Jahre 1940 ist die Diskussion um den Wert der Marknagelung nicht abgebrochen. Im Folgenden werden Autoren genannt, die sich gegen oder für den Gebrauch der Marknagelung ausgesprochen haben. Die Aufzählung ist chronologisch geordnet.

G e g e n die Anwendung der Marknagelung am Unterschenkel haben sich u.a. BÖHLER, KRÖSL, SPOHN ausgesprochen.

L. BÖHLER hatte nach der Einführung der Marknagelung auch die Nagelung des Unterschenkels, die in seiner Abwesenheit von seinen Assistenten durchgeführt wurde, befürwortet. Er stützte sich dabei auf die Anschauungen seiner Assistenten, die von der neuen Methode begeistert waren. Nachdem er 1943 aus dem Felde zurückgekehrt war, überzeugte er

sich davon - wie er selbst wiederholt angab - daß die Ergebnisse der Marknagelung am Unterschenkel schlechter waren als die der entsprechenden konservativen Behandlung. Er verließ daraufhin die Unterschenkelmarknagelung. Aus der Wiener Unfallklinik veröffentlichte KRÖSL (56) im Jahre 1953 eine Statistik der Behandlungsergebnisse der Marknagelung des Unterschenkels, auf Grund derer er die Marknagelung am Unterschenkel ablehnte. Im gleichen Jahre beurteilte L. BÖHLER (13) die Ergebnisse der Marknagelung des Unterschenkels als erschreckend schlecht. Infektionen und Pseudarthrosen kamen nach seinen Angaben dreimal so häufig vor. Im Jahre 1956 teilte SPOHN (105) mit, daß es ihm nicht gelungen war, sich von den Vorteilen der Marknagelung des Unterschenkels zu überzeugen.

Ausschließlich gegen die Marknagelung offener Unterschenkelfrakturen sprachen sich WITT, GRUNDMANN und LINKS, sowie URIST aus.

Vor dem Gebrauch des Marknagels bei offenen Frakturen warnte WITT (120) 1954, empfahl ihn aber bei der geschlossenen Stückfraktur und zur Beherrschung von Kallusverzögerung und Pseudarthrosen. Eine ähnliche Warnung kam im Jahre 1955 von GRUNDMANN und LINKS (33), die über die primäre Marknagelung von 2 offenen Unterschenkelfrakturen berichteten. Beide waren von einer Osteomyelitis gefolgt. Auch nach URIST (114) sollten ebenfalls aus Gründen der Infektion offene frische Unterschenkelfrakturen als inoperabel betrachtet werden (1955). Die Behandlungsdauer bei operativen Verfahren gab er gegenüber anderen Methoden als verlängert an.

Die primäre Marknagelung der offenen Unterschenkelfrakturen wurde von KÜNTSCHER, LOTTES, THOMSEN und OSTAPOWICZ gefordert.

In seinem Buch "Marknagelung nach KÜNTSCHER" (1950) vertrat HÄBLER (30) die Meinung, daß in der Behandlung frischer offener Unterschenkelfrakturen die Anwendung des KÜNTSCHER-Nagels und des Spreiznagels gegenüber der konservativen Methode zu besseren Ergebnissen führte. Für die Marknagelung offener Unterschenkelbrüche gab LOTTES (74) 1952 eine kürzere Behandlungsdauer und bessere Ergebnisse gegenüber der Gipsbehandlung an. THOMPSON (112) befürwortete 1952 die Marknagelung der Unterschenkelbrüche im mittleren Drittel, besonders dann, wenn ein großer Weichteildefekt vorlag. Er beschrieb einen Fall, wo eine Trümmerfraktur mit 2 Fragmenten, von denen das untere längsgespalten war, nach Versorgung mit dem Marknagel nach KÜNTSCHER und Drahtumschlingung des unteren Fragments in hohem Gips nach 2 Wochen belastet wurde. Nach 5 Monaten konnte der 61-jährige wieder zur Arbeit gehen. Es war eine völlige Restitutio ad integrum gelungen. -

OSTAPOWICZ (88), belegte 1961 die Nagelung der offenen Unterschenkelstückfraktur mit dem Prädikat "sehr gut". Auch der Schrägbruch und selbst der Torsionsbruch waren nach seiner Meinung gut mit dem Nagel zu fixieren .

Die Ansichten über den Wert der Osteosynthese und des konservativen Verfahrens in der Behandlung der Tibiafraktur sind noch recht unterschiedlich. Erst durch ausreichend lange Erfahrungen, die im Laufe der Zeit gesammelt werden müssen, wird man zu einem einheitlichen Urteil in der Bewertung der einzelnen Verfahren gelangen.

ERGEBNISSE OFFENER UNTERSCHENKELFRAKTUREN

Von Herrn Prof. Dr. MAATZ ist mir die Aufgabe übertragen worden, die Behandlungsergebnisse offener Unterschenkelfrakturen am Krankenmaterial des Auguste-Viktoria-Krankenhauses in Berlin zu ermitteln.

Als Unterlagen für die Ermittlungen dienten Krankengeschichten und Röntgenaufnahmen aus den Archiven der Klinik. Die Angaben über Erwerbsminderung und Dauerrenten wurden den Unterlagen der Krankenversicherungsanstalten und Berufsgenossenschaften entnommen. Hinzu kommen die Ergebnisse einer eigenen Nachuntersuchung.

I. GESAMTMATERIAL

Im Zeitraum vom Januar 1950 bis Februar 1967 kamen insgesamt 215 Patienten mit 228 offenen Unterschenkelbrüchen zur Aufnahme. Darunter waren 8 Fälle mit isolierten Tibiafrakturen. In 13 Fällen waren beide Unterschenkel gebrochen, die auch bds. offen waren. 57 Patienten starben, davon blieben 4 mit insgesamt 5 offenen Unterschenkelbrüchen wegen bestimmender anderer Verletzungen unbehandelt. Der jüngste Patient war 5 Jahre alt, der älteste 92 Jahre. 19 Patienten waren jünger als 16 Jahre, das Durchschnittsalter aller Patienten betrug 45,52 Jahre.

1) Art der Behandlung :

(In Klammern : Zahl der Frakturen)

	Zahl der Patienten :		Letale Ausgänge :	
	(ohne letale Ausgänge)			
Fraktur unbehandelt	4	(5)	4	(5)
konservativ	113	(123)	38	(44)
primäre MN	77	(78)	10	(11)
sekund. MN	12	(12)	1	(1)
MN + Drahtcerclage	1	(1)	-	-
Drahtcerclage	2	(2)	-	-
primäre Amputat.	3	(4)	3	(4)
sekund. Amputat.	3	(3)	1	(1)
Insgesamt :	215	(228)	57	(66)

2) Altersübersicht (letale Ausgänge in Klammern) :

	Behandlungsweise			
Jahre	konservativ	Marknagelung	Amputation	
5 - 10				
11 - 20	10 (1)	11		
21 - 30	7	15	2	(1)
31 - 40	5 (1)	5 (1)		
41 - 50	13	6		
51 - 60	19 (5)	16 (1)	2	(1)
61 - 70	25 (13)	15		
71 - 80	15 (12)	16 (6)	2	(2)
81 - 90	7 (4)	4 (2)		
91 -100	2 (2)	1 (1)		

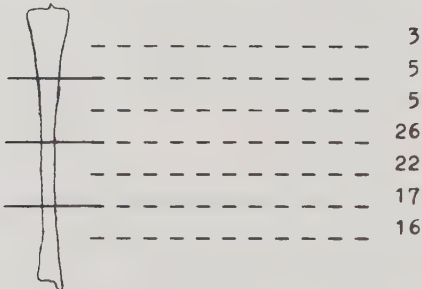
Bei 2 Drahtcerclagen betrug das Alter 20 und 47 Jahre,
bei einer Marknagelung mit zusätzlicher Drahtcerclage
36 Jahre.

II. ERGEBNISSE DER KONSERVATIVEN BEHANDLUNG

1. AUSGANGSMATERIAL

123 Frakturen bei 113 Patienten wurden konservativ behandelt. Der jüngste Patient war 5, der älteste 91 Jahre alt. 16 Patienten waren nicht älter als 16 Jahre.

a) Sitz der Fraktur (Stückfrakturen ausgenommen) :



Bei 13 Stückfrakturen lagen die Frakturen jeweils im:

- 1. und 3. - 4. Viertel,
- 1. - 2. und 2. - 3. Viertel,
- 1. und 3. Viertel,
- 2. - 3. und 4. Viertel,
- 3. und 4. Viertel,
- 2. - 3. und 3. - 4. Viertel,
- 1. und 3. Viertel,
- 2. und 3. Viertel,
- 2. - 3. und 3. - 4. Viertel,
- 1. - 2. und 2. - 3. Viertel,
- 2. - 3. und 3. - 4. Viertel,
- 1. - 2. und 3. Viertel,
- 3. und 4. Viertel,

16 Frakturen, von denen kein Röntgenbild vorhanden war, sind bei der Betrachtung von Sitz und Art der Fraktur nicht aufgeführt.

b) Art der Fraktur :

Querfrakturen ohne Biegunsdreieck	17
Querfrakturen mit Biegunsdreieck	15

kurze Schrägfrakturen	22
lange Schrägfrakturen	18
Drehbrüche	3
Stückbrüche	13
Trümmerbrüche	18
Defektbruch	1

c) Größe der Wunde (nach Abzug der Todesfälle) :

Kleine Wunde	37
große Wunde (ab 3 cm Länge, in Verbindung mit der Fraktur)	28
Defekt	6
Größe nicht angegeben	9

d) Bestimmende Nebenverletzungen

lagen nur in den Fällen vor, die ad exitum kamen. Sie werden weiter unten beschrieben. In den anderen Fällen lagen keine Nebenverletzungen mit einem bestimmenden Einfluß auf die Behandlung der Fraktur, die Dauer der Frakturheilung oder die Dauer des stationären Aufenthaltes vor.

2. BEHANDLUNGSERGEBNISSE

Bei 113 Patienten mit insgesamt 123 offenen Unterschenkelfrakturen wurde eine konservative Behandlung durchgeführt. 8 Fälle von sekundärer Marknagelung und 2 Fälle von sekundären Amputationen, die nach primär konservativer Behandlung notwendig wurden, finden sich unter dem Abschnitt "Sekundäroperationen" im Kapitel der operativen Behandlung. Sie sind in der obigen Zahl nicht enthalten. In einem Fall, dessen endgültiger Ausgang nicht verfolgt werden konnte (s.u.), war bis zum 138. Tag eine Callusbildung nicht feststellbar, so daß die Ausbildung einer Pseudarthrose in Erwägung gezogen werden mußte. In einem Fall eines Defektbruches kam es nicht zur Überbrückung des 11 cm langen Defektes. Mit Ausnahme dieser beiden Fälle und zweier sekundärer Amputationen heilten alle Frakturen knöchern.

<u>a) Todesfälle</u>	38
In der ersten Woche starben	27
in der Folgezeit	11

Größe der Wunde (42 Todesfälle) :

Kleine Wunde	7 (2)
große Wunde (ab 3 cm und in Verbindung mit der Fraktur)	22 (2)
Defektwunde	1 (1)
nicht angegebene Größe	14

in Klammern : Fraktur wegen bestimmender anderer Ver-
letzungen unbehandelt.

In 7 Fällen lag eine doppelseitige offene Unterschenkel-
fraktur vor.

Größe der Wunde und Wundstörungen bei 11 Patienten,
die nach Ablauf der 1. Woche verstorben sind :

(12 Frakturen)

Kleine Wunde	1
große Wunde (ab 3 cm und in Verbindung mit der Fraktur)	7
Defektwunde	4
keine Wundstörung	7
leichte Wundstörung	4
weichteilphlegmone	1

leichte Wundstörung : Sekretion, Eiterung, ohne Not-
wendigkeit zu operativen Eingriffen.

Keiner der Patienten starb an den Folgen einer Infektion.

1. Lfd.Nr. 101, B., Emma, 66 J., Unterschenkel-fraktur
im mittleren Drittel mit 4 cm langer Wunde durch
Verkehrsunfall. Durch zentrale Hüftluxation intra-
abdominelle Blutung. Exitus am 1. Tag im Kreislauf-
versagen.

2. Lfd.Nr. 106, Sch., Wilhelmine, 76 J., Querfraktur im unteren Drittel nach Verkehrsunfall. Schädelbruch und subdurales Hämatom. Exitus am 7. Tag durch zentrales Atem- und Kreislaufversagen.
3. Lfd.Nr. 107, V., Theodor, 67 J., neben einer Unterschenkeltrümmerfraktur noch Oberschenkelfraktur am gleichen Bein, Symphysensprengung, Sitz- und Schambeinfraktur, Blutung aus Blase und Darm. Exitus am 3. Tag im Kreislaufversagen.
4. Lfd.Nr. 112, T., Rudolf, 36 J., Biegungsbruch mit Keil im unteren Unterschenkelviertel. Drahtextension und Gipsverband. Stammhirnkontusion und Schädelbasisfraktur, Exitus am 5. Tag.
5. Lfd.Nr. 116, K., Kurt, 61 J., Trümmerfraktur im unteren Drittel, Drahtextension. Rippenserienfrakturen und Hämatothorax, subdurale Blutung. Exitus am 7. Tag.
6. Lfd.Nr. 112, G., Rudolf, 68 J., Unterschenkeltrümmerfraktur bds. mit bds. breit klaffender Wunde. Drahtextension. Nekrose der Wundränder und Eiterung. Exitus am 41.Tag bei Pneumonie.
7. Lfd.Nr. 104, L., Clara, 77 J., Unterschenkelstückfraktur. Extension. Exitus am 39. Tag im Lebercoma.
8. Lfd.Nr. 109, Sch., Anna, 76 J., Tibiafraktur mit ausgedehnter Weichteilzerquetschung. Drahtextension und Gipsverband. Stärkste motorische Unruhe, Patientin wickelt sich selbst den Gips ab. Exitus am 13. Tag im Kreislaufversagen.
9. Lfd.Nr. 114, T., Friedrich, 59 J., ausgedehnte Trümmerfraktur im unteren Drittel. Drahtextension. Oberarmbruch, Schädelbruch, Hirnkontusion. Am 3. Tag Operation eines Darmverschlusses. Exitus letalis am 27. Tag infolge der schweren Verletzungen (unmittelbar) und des Darmverschlusses (mittelbar).

10. Lfd.Nr. 115, E., Eugen, 79 J., Unterschenkel-schrägfraktur im unteren Drittel. Extension. Rippenserienfrakturen mit Hämatothorax. Exitus letalis am 8. Tag durch Kreislaufversagen bei Pneumonie.
11. Lfd.Nr. 117, H., Mathilde, 78 J., Unterschenkelstückfraktur und supraorbitale Schädelfraktur, schwerer Diabetes mellitus. Extensionsgips. Nach Überwindung des Schocks bleibender Verwirrtheitszustand. Exitus letalis am 10.Tag bei Pneumonie.
12. Lfd.Nr. 118, R., Wilhelmine, 71 J., Contusio cerebri, Schädelbasisfraktur, Unterschenkeltrümmerfraktur, die unbehandelt blieb. Exitus letalis 2 1/2 Std. nach der Aufnahme im Kreislaufversagen.
13. Lfd.Nr. 119, H., Elisabeth, 80 J., offene Schädelbasisfraktur, Unterschenkelfraktur bds., einseitig offen, paralytischer Ileus. Extensionsgips bds., Exitus letalis am 3. Tag bei zentralem Atemversagen nach vorübergehender Schnappatmung.
14. Lfd.Nr. 120, L., Elisabeth, 56 J., bds. weit offene Unterschenkelfrakturen, Schädelprellung. Exitus letalis im Schock kurz nach der Aufnahme.
15. Lfd.Nr. 121, R., Martha, 84 J., Commotio cerebri, Urämie. Exitus letalis am 23. Tag im urämischen Coma.
16. Lfd.Nr. 122, B., Gertrud, 62 J., Schädelhirntrauma. Patientin starb am 3. Tag, ohne aus der Bewusstlosigkeit aufgewacht zu sein.
17. Lfd.Nr. 123, B., Lotty, 61 J., Unterschenkeltrümmerfraktur. Exitus letalis am 2. Tag im Kreislaufkollaps.
18. Lfd.Nr. 124, Z., Gustav, 91 J., Unterschenkelstückfraktur, subcapitale Humerusfraktur. Extensionsgips. Exitus letalis am 13. Tag bei Pneumonie.

19. Lfd.Nr. 126, R., Herbert, 19 J., offene Schädelbasisfraktur mit Liquorfluß aus den Ohren, multiple Knochenbrüche nach Sturz aus dem 4. Stockwerk in suicidalen Absicht. Exitus letalis vor Ablauf von 2 Stunden nach der Aufnahme.
20. Lfd.Nr. 127, R., Margarete, 91 J., Einlieferung mit Schnappatmung bei Hirnkontusion nach Verkehrsunfall. Offene Unterschenkelfraktur re. und offene Oberschenkelfraktur li., Exitus letalis unmittelbar nach der Aufnahme.
21. Lfd.Nr. 128, M., Ella, 61 J., Multiple Knochenbrüche, Blutung in die Bauchhöhle. Hämatothorax, Fettembolie der Lungen nach Verkehrsunfall. Exitus letalis am Aufnahmetag im Kreislaufversagen.
22. Lfd.Nr. 129, S., Margarethe, 61 J., Contusio cerebri, offene Unterschenkelquerfraktur mit gleichseitiger zentraler Hüftluxation, Schambeinbruch, Blasenruptur, Diabetes mellitus. Behandlung durch Drahtextension. Exitus letalis am 6. Tag vermutlich an cerebraler Fettembolie.
23. Lfd.Nr. 130, A., Josef, 61 J., Schädelbasisfraktur. Contusio cerebri, bds. offene Unterschenkelfrakturen. Extensionsgipse bds., Exitus letalis am 6. Tag bei Pneumonie.
24. Lfd.Nr. 131, H., Kurt, 57 J., Contusio cerebri, offene Unterschenkelstückfraktur, Rippenserienfraktur. Behandlung durch Drahtextension. Exitus letalis am 11. Tag im Herz- und Kreislaufversagen.
25. Lfd.Nr. 132, Sch., Walter, 64 J., Massives Körpertrauma, bds. offene Unterschenkelfrakturen. Extension mit Gips re., Gips li., Exitus letalis am 3. Tag bei prolongiertem Schock (lt. Todesursache des Pathologen) im Herzversagen.

26. Lfd.Nr. 133, S., Franz, 60 J., Stammhirnkontusion, offene Unterschenkeltrümmerfraktur. Extensionsgips, Exitus letalis 3 Stunden nach Aufnahme in zentralem Kreislaufversagen.
27. Lfd.Nr. 134, S., Elli, 51 J., Schädelbasisfraktur, Contusio cerebri, offene Unterschenkelfraktur, Exitus letalis im Unfallschock bei zerebralem Atem- und Kreislaufversagen 3 Stunden nach Aufnahme.
28. Lfd.Nr. 135, M., Frieda, 68 J., Contusio cerebri bei V.a. Schädelbasisfraktur. Offene Unterschenkel-fraktur und gleichseitige zentrale Hüftluxation. Exitus letalis am 2. Tag im zentralen Herz- und Kreislaufversagen.
29. Lfd.Nr. 136, B., Helmut, 66 J., Contusio cerebri bei offener Schädelbasisfraktur, Thoraxkontusion, offene Unterschenkelfraktur. Extensionsgips, Exitus letalis am 9. Tag bei Aspirationspneumonie durch Herz- und Kreislaufversagen, ohne das Bewußtsein wiedererlangt zu haben.
30. Lfd.Nr. 137, H., Paul., 81 J., schwere Contusio cerebri, offene Unterschenkelfraktur und Rippenserienfraktur. Exitus letalis im Schock 2 1/2 Stunden nach der Aufnahme, ohne aus der Bewußtlosigkeit erwacht zu sein.
31. Lfd.Nr. 138, H., Elisabeth, 63 J., weit offene Unterschenkelfraktur re., Exitus letalis 4 Stunden nach Aufnahme im Kreislaufversagen.
32. Lfd.Nr. 139, Z., Willy., 88 J., Commotio cerebri und offene Unterschenkelfraktur bds., schwerer Schock, Exitus letalis 2 Stunden nach Verkehrsunfall im Kreislaufversagen.
33. Lfd.Nr. 140, Sch., Anna, 78 J., Contusio cerebri, offene Unterschenkeltrümmerfraktur. Die Patientin starb noch am Aufnahmetag, ohne das Bewußtsein wiedererlangt zu haben.

34. Lfd. Nr. 141, K., Ida, 81 Jahre, kurze Schrägfraktur, die mit Extension und Gips behandelt wurde. Exitus letalis am 87. Tag durch Lungenembolie.
35. Lfd. Nr. 142, Sch., Walter, 76 Jahre, Stammhirnkontusion, offene Schädelfraktur, Pneumothorax, Unterschenkelquerfraktur. Exitus letalis 12 Stunden nach Unfall, ohne Wiedererlangung des Bewußtseins.
36. Lfd. Nr. 143, W., Anna, 71 Jahre, multiple Knochenbrüche und hochgradige Anämie bei innerer Blutung nach Sprung aus der 4. Etage. Exitus letalis 1 1/2 Stunden nach Aufnahme im Blutungskollaps.
37. Lfd. Nr. 144, Sch., Alwine, 71 Jahre, bds. offene Unterschenkelfrakturen, offene Schädelbasisfraktur und Contusio cerebri. Exitus letalis 3 Stunden nach Aufnahme im Kreislaufversagen.
38. Lfd. Nr. 145, B., Marie, 80 Jahre, offene Femur- und Unterschenkelfraktur, Beckenfraktur. Exitus letalis 1/2 Stunde nach Aufnahme bei Atemdepression und Herz- und Kreislaufversagen.

b) Infektionen :

Unterschenkelphlegmone	1 Fall	(1,3 %)
Osteomyelitis im Frakturbereich	5 Fälle	(6,49 %)
im Bohrlochbereich der Drahtextension	1 Fall	(1,3 %)
Gasbrand (WELCH-FRAENKEL)	3 Fälle	(3,89 %)
Sekundärheilung der Weichteilwunde	30 Fälle	(38,94 %)

c) Infektionsfolgen :

Nach tiefgreifender Weichteil- und Knochennekrose trat in einem Fall eine Unterschenkelphlegmone auf, die bei bestehender Herzinsuffizienz zur Ablatio cruris am 37. Tag zwang. Der 76-jährige Patient verstarb am Tage nach der Operation im Herzversagen. In 5 Fällen (6,49 %) war eine Sequestrotomie erforderlich. In 3 Fällen (3,89 %) führte

eine Infektion der Frakturstelle mit Sequesterbildung zur verzögerten Knochenbruchheilung. Mit Ausnahme des genannten Falles starb keiner der Patienten an den Folgen einer Infektion.

d) Amputationen (sekundär)

2 Fälle

Eine sekundäre Ablatio cruris wurde in 2 Fällen (2,56%) wegen Unterschenkelphlegmone und wegen arterieller Durchblutungsstörung notwendig.

e) Pseudarthrosen

1 fraglicher Fall

1 Defektpseudarthrose

Lfd.Nr. 55, G., Gustav, 64 J., Trümmerbruch der Tibia und Fibulaquerfraktur im 2. Viertel re., Extensionsbehandlung, nach dem Abschwellen Anlegen eines gefensternten Gipsverbandes unter Beibehaltung der Extension. 5 cm lange Wunde, Heilung per secundam. Nach 100 Tagen war der Frakturspalt röntgenologisch nicht durch Callus überbrückt. Daraufhin wurde eine BECK'sche Bohrung durchgeführt, die jedoch ohne Erfolg blieb. Mit gleichlautendem Befund wurde der Patient am 138. Tag auf eigenen Wunsch in ein Krankenhaus seines Heimatortes (Beelitz) verlegt. Der weitere Verlauf ist nicht bekannt.

Lfd.Nr. 151, H., Dieter, 23 J., Trümmerbruch mit Weichteil- und Knochenverlust aus Tibia und Fibula. Ein bei der Einlieferung neben dem Bein liegendes Tibiafragment wurde zur Deckung des Defektes reimplantiert, heilte jedoch nicht ein und unterhielt eine Eiterung. Nach Entfernung des Fragmentes Wiederherstellung des etwa 11 cm langen Defektes. Vermeidung einer Verkürzung durch Gipsverband. Bevor die Wunden in diesem Zustand völlig abgeheilt waren, verließ der Patient am 193. Tag die Klinik gegen ärztlichen Rat. Von der Berufsgenossenschaft wurde der Patient an der Orthopädischen Klinik der Freien Universität Berlin zunächst zum Anlegen eines entlastenden Apparates weitergeleitet. Der weitere Verlauf ist nicht bekannt.

Die 38 weiter oben angeführten Todesfälle und die beiden Fälle von Pseudarthrosenbildung sind in der weiteren Statistik nicht enthalten.

Ausgangsmaterial: 77 Frakturen bei 73 Patienten.

f) verzögerte Knochenbruchheilung						17 Fälle (22,08%)
Lfd. Nr.	Al-ter	klin. Festig-keit in Tagen	Frakturart	Beh.art	Wundkompl.	son-stige Komplik.
9	69	315	Querfr.im dist.Drit-tel mit Defekt	Gips	Defekt-wunde p.s. Heilung	-
11	54	128+	Schrägfr. im dist. Drittel	Ext.u. Gips	-	-
15	83	160	kurze Schräg-fraktur im 3. Viertel	Ext.	-	-
23	67	168	kurze Schräg-fraktur im 3. Viertel	Ext.	Wundrand-nekrose	Kno-chen-dys-troph.
24	52	152	Schrägfr. im 3. Drittel	Ext.	Nekrosen, Sequester	-
34	49	106	Stückfr. im dist. Drittel	Gips, BECK'sche Bohrung	-	-
54	76	280	kurze Schräg-fraktur dist. Viertel	Gips, Spanan-lagerung	Nekrosen, Thrombo-phlebitis	Sudeck
56	60	227	Spiralfr. im mittl. Drittel	Ext., Gips, BECK'sche Bohrung	-	Kno-chen-dys-troph.
3	60	197	Stückfr.	Ext., Gips	Wundin-fektion	sept. Temp. durch Gallen-blasen-empyem.
143	64	162	Querfr.in Schaft-mitte	Gips	-	Nephritis rezidiv. Pneumon.

Lfd. Nr.	Al-ter	klin. Festig-keit in Tagen	Frakturart	Beh.art	Wundkompl.	son- stige Kom-plik.
144	50	171	Trümmer- fraktur	Gips	Fistelung	-
145	72	129	Trümmer- fraktur	Ext.u. Gips	leichte Wund- störung	-
146	55	126	Trümmer- fraktur im dist.Viertel	Ext.u. Gips, Spanan- lagerung	-	-
148	44	468	Querfr.in Schaft- mitte	Ext.u. Gips, Spanan- lagerung	Sequester, Gasbrand (WELCH- FRAENKEL)	-
150	30	120	Stück- fraktur	Ext.u. Gips, Repos.in Narkose	-	gleich- seitige Femur- fraktur
155	17	217	Trümmer- fraktur in Schaft- mitte	Ext.u. Gips, Spanan- lagerung	-	Schädel- fraktur, Menin- gitis.
157	49	345	Querfrakt. im prox. Drittel	Gips, Sequestro- tomie	Seque- ster, Gasbrand (WELCH- FRAENKEL)	-

Tb. 1 Übersicht über 17 Fälle mit verzögerter Knochenbruch-
heilung.

+) Patient ist am 128. Tag auf eigenen Wunsch gegen ärzt-
lichen Rat mit nicht gefestigter Fraktur entlassen
worden.

g) Sekundäroperationen

25 Fälle

1. Amputationen (sekundär, siehe
Kap. III)

2 Fälle

2. Sekundärnagelungen (siehe Kap. III)

8 Fälle

(8 von insgesamt 12 ausgeführten Sekundär-
nagelungen wurden zur Verbesserung des Ergeb-
nisses der konservativen Behandlung durchgeführt).

3. BECK'sche Bohrung

3 Fälle

4. Sequestrotomie

5 Fälle

5. Fibularesektion

1 Fall

6. Spananlagerung

5 Fälle

(in 4 Fällen wegen verzögerter Knochenbruchheilung,
in 1 Fall zur Überbrückung eines erheblichen
Knochendefektes).

7. blutige Reposition 1 Fall

h) Komplikationen :

1. SUDECK'sche Erkrankung	6 Fälle
2. Osteomyelitis	5 Fälle
3. Osteomyelitis im Bohrlochbereich	1 Fall
4. Unterschenkelphlegmone	1 Fall
5. Gasbrand	3 Fälle
6. sekundäre Wundheilung	30 Fälle
7. Ulcus cruris	1 Fall
8. Thrombophlebitis	1 Fall
9. Thrombose	1 Fall
10. Drucknekrose durch Gips	6 Fälle
11. Furunkulose	2 Fälle
12. Zehengangrän	1 Fall
13. Hämatomverkalkung	1 Fall
14. Peronäuslähmung	3 Fälle

i) Heilungsergebnisse

1. Anatomisch

aa) Kalkmangel 13 Fälle
davon Osteoporose in 7 Fällen und peripher der Fraktur auftretende homogene Knochendystrophie in 12 Fällen. Ein Fall von Osteogenesis imperfecta ist in dieser Zahl nicht enthalten.

bb) Achsenknick

	0° - 5°	6° - 10°	11° - 15°	über 15°
Rekurvatur	21	11	4	-
Antekurvatur	8	2	1	-
Varusstellung	7	1	1	-
Valgusstellung	16	14	1	1 (23°)

Tb.2 Übersicht über Art und Umfang der Achsenknickungen

Die Tb.2 gibt die endgültigen Stellungen nach knöcherner Konsolidierung von 71 Frakturen an. In 17 Fällen lagen Knickungen in 2 Ebenen vor. Sechs Fälle, in denen kein Röntgenbild vorlag, blieben unberücksichtigt.

cc) Seitenverschiebung

In 48 von 71 Fällen zeigte sich röntgenologisch eine Seitenverschiebung von 5 - 30 mm, davon bei 24 Fällen in der a.p.-Aufnahme, bei 10 Fällen in der seitlichen Aufnahme und bei 14 Fällen in 2 Ebenen. Hiervon betrug die durchschnittliche Verschiebung in der a.p.-Aufnahme 10 mm und in der seitlichen Aufnahme 9 mm.

dd) Verlängerung

Eine Verlängerung trat in 4 Fällen auf, zweimal bei einer Querfraktur mit Bieungskeil (je 3 mm), einmal bei einer kurzen Schrägfraktur (4 mm) und einmal bei einer langen Schrägfraktur (5 mm, isolierte Tibiafraktur). Bei den ersten 3 Fällen wurde eine Extensionsbehandlung durchgeführt.

ee) Verkürzung

In 24 Fällen kam es zu einer Verkürzung von 6 - 25 mm. Die folgende Übersicht (Tb. 3) zeigt die Abhängigkeit der Verkürzung von der Frakturform. Die Behandlungsart ist durch die Buchstaben angegeben.

G steht für alleinige Behandlung durch Gipsverband, E für Behandlung durch Extension mit oder ohne Gipsverband.

	6-10 mm	11-15 mm	16-20 mm	21-25 mm
Querfraktur ohne Keil	1 (E)			
Querfraktur mit Keil	1 (G)	1 (E)		1 (E)
kurze Schrägfraktur	2 (E)		1 (E)	
lange Schrägfraktur	2 (E)	2 (G)	1 (G) 1 (E)	1 (E)
Drehbruch	1 (G)			1 (E)
Stückbruch	2 (E) 1 (G)	1 (E)	1 (G)	
Trümmerbruch	2 (E)			

Tb.3 Übersicht über Verkürzungen in Abhängigkeit von Frakturform und Behandlungsart.

ff) Torsionsfehler

4 Fälle

In einem Fall, (lfd.Nr. 37), S., Edith, bestand nach knöcherner Konsolidierung laut Entlassungsbefund eine "leichte Außenrotation". Die klinische Behandlung dieses Falles war durch Auftreten einer Venenthrombose des Unterschenkels, durch einen Lungeninfarkt und durch einen SUDECK II - III kompliziert. Im Rahmen einer Nachuntersuchung (s.u.) wurden 3 weitere Fälle festgestellt, in denen eine Innenrotation von 5 - 10° bestand.

2. funktionell

Die funktionellen Ergebnisse sind im folgenden Abschnitt "Ergebnisse der Nachuntersuchung" enthalten.

3. Ergebnisse der Nachuntersuchung

Nachuntersuchungen sind an 27 konservativ behandelten Patienten durchgeführt worden. Das Durchschnittsalter betrug 51,56 Jahre. Der jüngste Patient war 9, der

älteste 93 Jahre alt. Die durchschnittlich seit dem Unfall vergangene Zeit betrug 8,05 Jahre.

aa) Beweglichkeitseinschränkungen
(im Vergleich zur Gegenseite)

Kniegelenk

Beweglichkeit	Zahl der Fälle	%
Streckung eingeschränkt	-	-
aktive Beugung um ca. 10° eingeschränkt	10	37,04

oberes Sprunggelenk

Beweglichkeitseinschränkung	Zahl d. Fälle	%
keine	16	59,26
gering	4	14,81
mittelstark	5	18,52
stark	1	3,7
versteift	1	3,7

unteres Sprunggelenk

Beweglichkeit	Zahl der Fälle	%
frei	16	59,26
eingeschränkt	7	25,93
Ankylose	4	14,81

Zehengelenke

Beweglichkeitseinschränkung	Zahl der Fälle	%
keine	17	63,1
gering	4	14,81
mittelstark	3	11,11
stark	2	7,4
steif	1	3,7
Krallenzehen	-	-

bb) Umfang der verletzten Extremität

Eine endgültige Veränderung des Umfanges der verletzten Extremität wurde bei 17 von 27 nachuntersuchten Fällen gemessen. In 7 Fällen wurde lediglich eine Zunahme und in weiteren 10 Fällen sowohl eine Zunahme als auch eine teilweise Abnahme des Umfanges derselben Gliedmaße festgestellt. Die größte Umfangszunahme betrug am Unterschenkel 2,5 cm und am Oberschenkel 4 cm. Die größte Umfangsabnahme betrug am Unterschenkel 2 cm und am Oberschenkel 4 cm. Die Verteilung auf die verschiedenen Gliedmaßenabschnitte zeigt die Tab. 4. Die Zahlen geben die Umfangsdifferenz der verletzten zur gesunden Seite in cm an. Besteht eine Umfangsabnahme, so ist der Zahlenwert mit einem (-) versehen.

lfd.Nr.	Seite	Unterschenkel		kleinster Umfang	1 cm oberhalb der Patella	Oberschenkel	
		Mittelfuß	größter Umfang			10 cm oberhalb der Patella	20 cm oberhalb der Patella
28	li.				1		
1	li.		1			1	1
56	li. 1		2,5	0,5	1	3(-)	2(-)
34	li. 1(-)		1(-)		2(-)	1	1(-)
46	re.		2(-)	0,5	1	1	1(-)
43	re.				1	1(-)	2(-)
14	li.		1		1		4(-)
16	li.						1
15	li.		1		1		
10	li.		2	1	1	1	4
36	li. 0,5		1			1,5	1
18	re. 1				1		1
20	re. 1,5			1	2		2
57	li. 1(-)		1,5	0,5			
54	li. 1			1	1		
17	li.		2				
11	re.		2	0,5			1(-)

Tb.4 Endgültige Umfangsveränderungen des verletzten Beins

cc) Weitere Nachuntersuchungsergebnisse: Zahl der Fälle:

Gangunsicherheit	4
hinkender Gang	5
dauerndes Hilfsmittel, Stock	5
orthop. Schuh	3
einseitige Varizenbildung	1
druckempfindliche Narben	3
Peronäuslähmung	3
Fisteln	-
atypische Beschwiellung	3

ständige Schwellungen	
im Bruchbereich	1
im Fußbereich	-
Ödeme nach Belastung	-
Wärmedifferenz li. - re.	2
Verkürzung (je 2 cm)	2
Verlängerung (2 cm)	1
Rotation (5 - 10°)	3
Recurvation	
angedeutet	1
deutlich	8
Varusstellung	1
Valgusstellung	1
Beschwerden	
bei der Arbeit	4
nur nach längerer Arbeit	7
Ausdauer verkürzt (als Bruchfolge)	10
Berufswechsel	-

Bei einer Patientin war die Seitenverschiebung des unteren Bruchstückes als beulenartige Vorwölbung sichtbar. In einem Fall zeigte das Bein in ganzer Länge eine Vielzahl von Inscisionsnarben. Die Inscisionen waren wegen einer Infektion mit dem WELCH-FRAENKEL'schen Gasbrandbazillus notwendig geworden.

k) Festigungszeit

Bei 77 konservativ behandelten Frakturen, nach Angaben aus dem Krankenblatt:

Durchschnittsalter	42,04 Jahre
durchschn. Festigungszeit 77 Frakt.	115,79 Tage
Gipsbehandlung 28 Frakt.	108,29 Tage
Extensionsbehandlung ohne Liegegips 21 Frakt.	102,86 Tage
Extensionsbehandlung mit gleichzeitiger Gipsverb. 28 Frakt.	132,86 Tage

Bei 8 isolierten Tibiafrakturen war die durchschnittliche Festigungszeit mit 92,88 Tagen gegenüber dem Durchschnitt um 22,91 Tage = 19,79% vermindert.

l) Festigungszeit und Wundstörung

Begriffserläuterung : ohne Wundstörung = keine Exsudation, keine Nekrosen; mit leichter Wundstörung = Hautnekrosen, Exsudation, keine Inscision oder Sequestrotomie erforderlich; schwere Wundstörung = Eingriffe in Narkose erforderlich, Inscision, Sequestrotomie.

	Anzahl	%	Festigungszeit in Tagen
ohne Wundstörung	38	49,35	92,50
leichte Wundstörung	30	38,96	118,06
schwere Wundstörung	9	11,69	205,55

m) Dauer der stationären Behandlung

durchschnittlicher stationärer Aufenthalt	(77)	141,13 Tage
Gipsbehandlung	(28)	129,19 Tage
Extensionsbehandlung ohne Liegegips	(21)	128,90 Tage
Extensionsbehandlung bei gleichzeitigem Gipsverband	(28)	162,25 Tage

Bei 8 isolierten Tibiafrakturen war die durchschnittliche Dauer der stationären Behandlung mit 105,13 Tagen gegenüber dem Durchschnitt um 36 Tage = 25,50% vermindert.

n) Stationärer Aufenthalt und Wundstörung

In 49,35% der Fälle heilte die Wunde primär. In 38,96% trat eine leichte und in 11,67% eine schwere Wundstörung auf.

stat. Behandlg. in Tagen

ohne Wundstörung	111,66
mit leichter Wundstörung	136,19
mit schwerer Wundstörung	213,41

o) Größe der Wunde und stationärer Aufenthalt

Die Dauer der stationären Behandlung betrug bei Brüchen mit kleiner Wunde (punktförmige Anspießung bis zu 3 cm Länge) 104,46 Tage, bei Brüchen mit großer Wunde (ab 3 cm Länge und in Verbindung mit dem Frakturspalt) 119,62 Tage und bei Brüchen mit Defektwunden 325,50 Tage.

In 7 Fällen fand sich im Krankenblatt kein exakter Hinweis auf die Größe der Wunde.

p) Renten

Von 13 Arbeitsunfällen beziehen 3 = 23,08% eine Dauerrente. Wegen einer Nebenverletzung wurde in einem weiteren Fall eine Dauerrente gewährt. In 2 Fällen wurde eine Rente vor dem Ablauf von 2 Jahren wieder entzogen.

Die Tb.5 gibt eine Übersicht über die einzelnen Rentenfälle und über die Durchschnittswerte.

lfd.Nr.	Alter	Renten in % nach			%
		1/2 Jahr	1 Jahr	2 Jahren	
2	37 J.	20	-	-	-
20	52 J.	100	30	20	20
38	15 J.	30	30	-	-
46	40 J.	40	30	25	25
56	60 J.	45	45	30	40
60	51 J.	50	30	30	30
<u>durchschnittlich :</u>					
	42,5 J.	47,5	33	26,25	28,75

Tb.5 Übersicht über 6 Rentenfälle nach konservativer Behandlung.

Q) Arbeitsunfähigkeitsdauer

Bei den Unterlagen der Krankenkassen fanden sich in 11 Fällen Angaben über die Dauer der Arbeitsunfähigkeit. Sie betrug durchschnittlich 197 Tage. Der höchste Wert war 340 Tage, der niedrigste 90.

3. LITERATURVERGLEICH

Folgende Werte der verschiedenen Autoren seien zum Vergleich herangezogen:

Die Dauer des stationären Aufenthaltes, hier mit 141,13 Tagen angegeben, betrug bei KÜMMERLE und LORENZ (58) nur 56 Tage, bei ZRUBECKY (131) 68,34 Tage, bei KROTSCHKEK (57) 68 Tage, bei BÖHLER (14) mit Extensionsgips 71,8 Tage und mit Gips allein 52,84 Tage, bei FICK (25) 76,8 Tage, bei LOTTES (74) 106 Tage, bei GRUNDMANN und LINKS (33) 132 Tage und bei KRÜSL (56) 137,5 Tage.

Die Festigungszeit, hier mit 115,79 Tagen angegeben, betrug bei ZRUBECKY (131) 87,19 Tage bei Gipsbehandlung, 133,17 Tage bei Extension und Gips und an anderer Stelle (129) 128,27 Tage für den Durchschnitt. EHALT (22) nannte 93,4 Tage, WEICKHARD, BRÜCKNER, RUHLAND (123) 108 Tage, KROTSCHKEK (57) 121 Tage und KÜMMERLE und LORENZ (58) 126 Tage.

Für die Dauer der Arbeitsunfähigkeit (hier 197 Tage) gaben EHALT (22) 139,3 Tage, KÜMMERLE und LORENZ (58) 175 Tage, GRUNDMANN und LINKS (33) 202 Tage, FICK (25) 212,6 Tage, KROTSCHKEK (57) 228,27 Tage und WEICKHARD, BRUNNER, RUHLAND (123) 263 Tage an.

Eine verzögerte Knochenbruchheilung (hier in 22,08% der Fälle) beobachteten WALLAU und HOLDERMANN (121) in 11,76%, FICK (25) in 19% und ELLIS (24) sogar in 60% der Fälle.

Gegenüber 2 Pseudarthrosenbildungen (=2,6%) stehen :

bei ZRUBECKY (131) 0,56%, EHALT (22) 0,8%, FICK (25) 3%, bei ROHLEDERER (94) 8,7%, WADE (118) 11%, WALLAU und HOLDERMANN (121) 11,76%, JAHNA und SCHARIZER (46) 15,66%, LOTTES (74) 16% und bei ELLIS (24) 17,77%.

Eine Dauerrente wurde in 23,08% der Fälle in einer durchschnittlichen Höhe von 28,75% gewährt.

WEICKHARD, BRUCKNER, RUHLAND (123) gaben 50% der Fälle bei einer durchschnittlichen Höhe von 20% an.

ROHLEDERER (94) nannte 40,2% der Fälle; Angaben über die Höhe machte er nicht. Bei KRÖSL (56) waren es 28,5% mit einer durchschnittlichen Höhe von 49,65%.

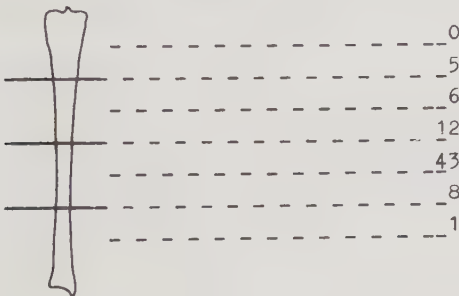
III. ERGEBNISSE DER OPERATIVEN BEHANDLUNG

1. AUSGANGSMATERIAL

100 Frakturen bei 98 Patienten wurden operativ behandelt. Der jüngste Patient war 13, der älteste 92 Jahre alt. 3 Patienten waren unter 16 Jahre alt.

a) Sitz der Fraktur

1) bei 75 Marknagelungen (ohne Stückbrüche)



- 2) bei 7 mit dem Marknagel versorgten Stückfrakturen lagen die Frakturlinien im
 2. - 3. Viertel und 3. Viertel,
 1. - 2. Viertel und 2. - 3. Viertel,
 2. Viertel und 3. Viertel,
 2. - 3. Viertel und 3. - 4. Viertel,
 1. Viertel und 3. - 4. Viertel,
 3. Viertel und 3. - 4. Viertel,
 2. Viertel und 3. - 4. Viertel.
- 3) bei 2 mit RUSH-Pins versorgten Stückfrakturen lagen die Frakturlinien im
 1. Viertel und 2. - 3. Viertel,
 1. Viertel und 3. Viertel.
- 4) bei 3 ausgeführten Drahtcerclagen lagen
 - 1 Drehbruch im 3. Viertel,
 - 1 Stückbruch im 1. und 3. Viertel,
 - 1 Stückbruch im 2. und 3. Viertel.
- 5) bei 2 sekundären Amputationen lagen die Frakturen im
 1. und im 3. - 4. Viertel,
 bei 4 primär durchgeführten Amputationen sind keine Röntgenaufnahmen gemacht worden.

b) Art der Fraktur

Querfraktur ohne Biegungskeil	17
Querfraktur mit Biegungskeil	17
kurze Schrägfrakturen	13
lange Schrägfrakturen	6
Drehbrüche	9
Stückbrüche	11
Trümmerbrüche	16

Vier Frakturen, von denen keine Röntgenaufnahmen angefertigt wurden (primäre Amputationen), und 7 Frakturen, von denen keine Röntgenaufnahmen vorhanden waren, sind bei der Beurteilung von Sitz und Art der Fraktur unberücksichtigt geblieben.

c) Größe der Wunde (nach Abzug der Todesfälle)

kleine Wunden	41
große Wunden (ab 3 cm Länge, in Verbindung mit der Fraktur)	32
Defekt	7
ausgedehnte Weichteilzertrümmerung	5

d) bestimmende Nebenverletzungen

Im Falle D., Siegfried, lfd.Nr. 66, verhinderte eine Schädelhirnverletzung einen primären Eingriff in Narkose. Es wurde am 25. Behandlungstag eine Sekundärnagelung mit einem Spreiznagel durchgeführt. Die Dauer der stationären Behandlung betrug 52 Tage.

Ansonsten haben Nebenverletzungen, welche die Art der Behandlung, die Dauer der Frakturheilung oder die Dauer des stationären Aufenthaltes beeinflußt hätten, nur in den Fällen vorgelegen, die ad exitum kamen. Sie werden dort angegeben.

2. BEHANDLUNGSERGEBNISSE

Bei 98 Patienten mit 100 offenen Unterschenkelfrakturen wurde eine operative Frakturbehandlung durchgeführt. Nach Einleitung der operativen Behandlung starben 15 Patienten mit insgesamt 17 Frakturen. Eine Übersicht über Behandlungsart und Todesfälle gibt die Tb.6 .

Behandlungsart	Frakturen- zahl	Todesfälle	verbleibende Fälle
primäre MN	78	10 (+)	67
sekundäre MN	12	1	11
Drahtcerclage	3	-	2 + 1 (++)
MN u. Drahtcerclage	1	-	1
primäre Amputat.	4	3 (+)	-
sekundäre Amput.	3	1	1 + 1 (++)

Tb.6: Übersicht über Behandlungsart und Zahl der Todesfälle

(+) Unter den Todesfällen befand sich ein Fall von doppel-seitiger primärer MN und ein Fall von primärer doppel-seitiger Amputation.

(++) In diesen beiden Fällen handelt es sich um denselben Patienten.

Mit Ausnahme der Amputationen heilten alle operativ behandelten Brüche knöchern.

a) Todesfälle

Anzahl : 15

In der ersten Woche starben

10 Patienten

in der Folgezeit

5 Patienten .

durch Marknagelung verursacht

-

operationsbedingt

-

infektionsbedingt

-

Größe der Wunde (15 Todesfälle) :

	Ablatio	MN
Kleine Wunde	-	4
große Wunde (ab 3 cm und in Verbindung mit der Fraktur)	1	7 (+)
Defektwunde	4 (+)	1

(+) Unter den Todesfällen befand sich ein Fall von doppel-seitiger primärer MN und ein Fall von doppel-seitiger primärer Amputation.

Größe der Wunde und Wundstörungen bei 5 Patienten,
die nach Ablauf der 1. Woche verstorben sind.
 (6 Frakturen = 6 MN)

Kleine Wunde	1
große Wunde (ab 3 cm und in Verbindung mit der Fraktur)	7
Defektwunde	4
Keine Wundstörung	5
leichte Wundstörung (Eiterung, ohne Notwendigkeit zu operativen Eingriffen)	1

Keiner der Patienten starb an den Folgen einer Infektion.

1. Lfd. Nr. 93, Sch., Anna, 72 Jahre, Unterschenkel-
trümmerfraktur. Schädelhirntrauma mit subduralem Hämatom.
Versorgung mit Herzognagel am 1. Tag. Exitus letalis
am 3. Tag im Herz-und Kreislaufversagen.
2. Lfd. Nr. 94, L., "ilhelm, 58 Jahre, Unterschenkel-
stückfraktur. Herzognagelung am Unfalltag. Tiefgreifende
Rindenprellung mit Blutungsherden im Mark. Exitus le-
talis am 6. Tag bei Bronchopneumonie.
3. Lfd. Nr. 96, Z., Alma, 76 Jahre, offene Splitterfrak-
tur li. und offene Querfraktur re., Versorgung bds. mit
3 Spreiznägeln. Subarachnoidale Blutung, starke Fett-
embolie der Lunge. Exitus letalis nach 7 Tagen durch
Herz- und Kreislaufversagen bei Lebercirrhose und
Urämie.
4. Lfd. Nr. 97, L., Agnes, 80 Jahre, Querfraktur mit
Weichteildefekt, primäre KÜNTSCHER-Nagelung. Exitus
letalis am 36. Tag im Kreislaufversagen.
5. Lfd. Nr. 98, Sch., Grete, 81 Jahre, Querfraktur,
primäre KÜNTSCHER-Nagelung, Schädelfraktur mit Sub-
duraler und subarachnoidaler Blutung. Starke Fett-
embolie der Lunge. Exitus letalis am 7. Tag im
Herz-und Kreislaufversagen.

6. Lfd. Nr. 99, S., Martha, 73 Jahre, Schrägfraktur, primäre Drahtextension und Gipsverband. Wegen Unruhe und Verwirrtheit der Patientin am 6. Tag Versorgung mit Spreiznagel. Exitus letalis 9 Tage nach Nagelung durch zunehmende Herz- und Kreislaufinsuffizienz.
7. Lfd. Nr. 105, R., Paul, 76 Jahre, lange Schrägfraktur mit großem Hautdefekt. Drahtextension und dorsale Gipsлонgette. Auftreten von Knochen- und Weichteilnekrosen, Weichteilphlegmone. Fortschreitende Herz- und Kreislaufinsuffizienz. Keine Callusbildung. Am 37. Tag Ablatio cruris. Exitus letalis am Tag nach der Operation.
8. Lfd. Nr. 110, Sch., Margot, 27 Jahre, re. Unterschenkel völlig zertrümmert. Bandapparat des Kniegelenkes zerrissen. Primäre Ablatio femoris. Exitus letalis im Kreislaufversagen am Tage nach der Operation.
9. Lfd. Nr. 111, Sch., Maria, 55 Jahre, Zerfetzung beider Unterschenkel mit Defekt fast der gesamten Weichteile bis zum Knie bds., Ablatio femoris bds., Exitus letalis unmittelbar nach der Operation durch Kreislaufversagen und Gehirnanämie.
10. Lfd. Nr. 150, W., Helene, 80 Jahre, Trümmerfraktur. Exitus letalis am Tage nach der primären Ablatio femoris an toxischem Herz- und Kreislaufversagen.
11. Lfd. Nr. 125, O., Clara-Dorothea, 78 Jahre, Unterschenkelfraktur bds., einseitig offen. Die offene Fraktur wurde primär mit einem Herzognagel versorgt. Exitus letalis am 12. Tag im Herz- und Kreislaufversagen bei Pneumonie.
12. Lfd. Nr. 146, Z., Ursula, 38 Jahre, Rippenserienfraktur mit bds. Hämatothorax, weit offene Unterschenkelstückfraktur li..Primär mit Rush-Pin und

Böhlergips versorgt. Exitus letalis am 10. Tag bei Mitralstenose durch Rechtsherzversagen.

13. Lfd. Nr. 147, Sch., Hermann, 88 Jahre, Oberarmhalsfraktur und offene Unterschenkelfraktur, die mit einem KÜNTSCHER-Nagel versorgt wurde. Im weiteren Verlauf kam es zu einer Apoplexie, von der sich der Patient nicht erholte. Er starb am 25. Tag in Kreislaufversagen.
14. Lfd. Nr. 148, v.J., Elisabeth, 76 Jahre, Commotio cerebri, Humeruskopffraktur und offene Unterschenkelfraktur, die mit einem KÜNTSCHER-Nagel versorgt wurde. Exitus letalis am 5. Tag im zentralen Herz- und Kreislaufversagen bei Pneumonie.
15. Lfd. Nr. 149, Z., Berta, 92 Jahre, Primärnagelung einer Unterschenkelquerfraktur bei gutem AZ der Patientin. Trotz der sehr kurzdauernden Operation trat noch am OP.-Tag eine zunehmende Herz- und Kreislaufinsuffizienz auf, an welcher die Patientin 2 Tage nach der Operation verstarb.

Nach Abzug der Todesfälle verbleiben 83 Patienten mit 83 Frakturen.

b) Infektionen :

	Drahtcerclage	MN
Osteomyelitis im		
Frakturbereich	1 Fall (33,33 %)	2 Fälle (2,56 %)
am Nageleinschlag		1 Fall (1,28 %)
am Calcaneus nach Gipsdrucknekrose		1 Fall (1,28 %)
Unterschenkelphlegmone		kein Fall
Gasbrand (WELCH - FRAENKEL)		kein Fall
Sekundärheilung der		
Weichteilwunde		18 Fälle (23,06%)

c) Infektionsfolgen

In einem Fall wurden bei einer mehrfachen Unterschenkelfraktur 2 der Frakturen mit einer Cerclage versorgt, wodurch die Tibia nicht stabilisiert war. Bei ausbleibender Callusbildung und vergeblicher Spananlagerung wurde nach Auftreten eines Knochensequesters am 288.Tag die Ablatio cruris notwendig.

Eine Sequestrotomie nach Marknagelung erfolgte nicht. In einem Fall (1,28%) ließ eine Infektion die Fraktur mit Fistelung und Knochensequesterbildung eine Belastung erst am 137.Tag zu. Weitere Infektionsfolgen wurden nicht beobachtet. Einer der Patienten starb nach anfänglich konservativer Behandlung nach einer Ablatio cruris, die wegen Unterschenkelphlegmone erforderlich war. (s.u.)

d) Amputationen (sekundär)

Zwei Fälle nach anfänglich konservativer Behandlung,
ein Fall nach Drahtcerclage.

aa) Lfd.Nr. 105, R., Paul, 76 Jahre, lange Schrägfraktur der Tibia im unteren Drittel mit Aussprengung eines Fragmentes, Durchspießung der Haut und Hautdefekt. Behandlung durch Drahtextension und dorsaler Gips-longette. Die Wundheilung wurde durch Auftreten von tiefer Weichteilnekrose und Knochennekrose kompliziert. Nach Auftreten einer Unterschenkelphlegmone wurde am 37.Tag die Ablatio cruris durchgeführt. Der Patient starb am Tag nach der Operation im Herz- und Kreislaufverfahren.

bb) Lfd. Nr. 160, C., Günter, 29 Jahre, offene sub-capitale Torsionsfraktur der Tibia und Trauma der Art.poplitea mit Durchblutungsstörungen an Unterschenkel und Fuß. Drahtextensionsbehandlung. Nach Auftreten einer Gangrän der 1. - 5. Zehe und der Haut über der Ferse Ablatio cruris am 11. Tag.

cc) Lfd. Nr. 92, Z., Otto, 56 Jahre, Tibiastückfraktur im 1. und 3. Viertel mit starker Splitterung und zwei größeren Fragmenten an der unteren Bruchlinie, die Tibia liegt vom Sprunggelenk bis zum Kniegelenk völlig frei. Primäre Versorgung der beiden Frakturen mit jeweils einer Drahtschlinge. Stellung der oberen Fraktur achsengerecht, verheilt knöchern. Draht wird entfernt. Die untere Drahtschlinge umfaßt das distale Fragment und das untere Ende eines 5 cm langen Tibiasplitters, jedoch nicht das mittlere Fragment der Stückfraktur. Dadurch resultiert eine Abwinkelung gegenüber dem etwa achsengerecht stehenden mittleren Fragment von je 25° nach ventral und lateral. Im Verlaufe der Behandlung Verkürzung von 1 cm bei ausbleibender Callusbildung; vergebliche Spananlagerung, Hautnekrosen, Knochensequester, ständig starke Wundsekretion. Nach Abrutschen der Fragmentenden mit Verkürzung um 5 cm erfolgt am 288. Behandlungstag eine Ablatio cruris.

e) Pseudarthrosen :

Keine

Bemerkung :

In der weiteren Statistik sind die 15 obengenannten Todesfälle nicht enthalten. Ausgangsmaterial : 83 Patienten mit 67 primären und 11 sekundären Marknagelungen, einer Marknägелung und Drahtcerclage, 3 Drahtcerclagen (davon eine sekundär) und einer weiteren sekundären Amputation.

f) verzögerte Knochenbruchheilung :

siebenmal

Im Fall J., Gerd, lfd. Nr. 90, 20 Jahre, lag eine Stückfraktur vor. Die proximale Fraktur wurde mit einer Drahtcerclage versorgt, die periphere mit Drahtextension behandelt. Dadurch wurde eine Verlängerung von insgesamt 16 mm erzeugt, davon 9 mm an der proximalen

Fraktur. Nach 6 Monaten bestand noch ein Fraktur-spalt von 6 mm Länge, der nur dorsal von einem schwachen Callusstreifen überbrückt war.

Im Fall B., Luise, lfd. Nr. 89, wurde eine Tibia-spiralfraktur mit 2 Drahtschlingen ideal adaptiert, zeigte jedoch kaum Callusbildung. Die Fraktur erschien am 130. Tag klinisch fest.

Im Fall H., Erna, 50 Jahre, lfd. Nr. 169, wurde eine Stückfraktur mit 2 RUSH-Pins und Gips versorgt. Bei Reposition Entfernung eines Nagels. Spananlagerung. Klinisch fest nach 149 Tagen.

Im Fall K., Johann, 68 Jahre, lfd. Nr. 154, wurde eine Querfraktur in Schaftmitte primär genagelt. Eine Wundkomplikation mit Fistelung und Sequesterbildung ließ erst eine Belastung am 137. Tag zu.

In den Fällen B. Erich, 61 Jahre, und S., Dieter, 32 J., lfd. Nr. 155 und 157, bestanden Stückfrakturen, die primär genagelt wurden. Spananlagerung in beiden Fällen wegen röntgenologisch ausbleibender Frakturheilung. Nagelnachschlag im 2. Fall. Belastung am 118. und 79. Tag.

Im Fall T., Martha, 61 Jahre, lfd. Nr. 159, wurde eine Torsionsfraktur primär mit einem KÜNTSCHER-Nagel versorgt. Bei einem Nagelnachschlag am 64. Tag wurde die Fraktur als verzögert verheilt festgestellt. In gleicher Sitzung wurden 2 Späne angelegt. Belastung am 136. Tag.

g) Sekundäroperationen :

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Sekundäre Amputationen (S.O.) : | 2 nach konservativer Behandlung |
| | 1 nach Drahtcerclage |

2. Sekundärnagelungen :

12 Fälle

- aa) Lfd. Nr. 66, D., Siegfried, 38 Jahre, Spiralfraktur mit Splitterung, die konservativ nicht in guter Stellung zu halten ist. Marknagelung am 25. Tag. Belastung 22 Tage später.
- bb) Lfd. Nr. 70, F., Franz, 54 Jahre, gesplitterte Querfraktur im 3. Viertel. Trotz Drahtextension häufige Stellungsänderungen. Am 25. Tag KÜNTSCHER-Nagelung. Klaffender Frakturspalt durch Zwischenlagerung eines Splitters. 9 Tage nach Marknagelung Entlassung im Gehgips.
- cc) Lfd. Nr. 76, K., Heinrich, 57 Jahre, Schrägfraktur im 3. Viertel mit 2 cm Verkürzung bei gleichzeitigem Oberschenkelbruch der gleichen Seite. Wegen der Begleitfraktur des Oberschenkels wurde von einer Extension des Unterschenkels abgesehen und wegen der Verkürzung eine Marknagelung am 12. Tag durchgeführt.
- dd) Lfd. Nr. 85, Sch., Klara, 63 Jahre, Stückfraktur mit Aussprengung zahlreicher Knochensplitter. Nach unbefriedigender Extensionsbehandlung Versorgung mit einem Marknagel am 21. Tag. Belastung 60 Tage nach der Operation.
- ee) Lfd. Nr. 99, L., Martha, 73 Jahre, kurze Schrägfraktur im 2. Viertel, zunächst Drahtextension und Gipsverband. Da die Patientin sehr unruhig war und den Gipsverband abwickelte, wurde die Fraktur mit einem Doppelnagel versorgt, in welchen noch ein dritter Nagel eingeführt wurde. Die Patientin starb am Tage nach der Operation in zunehmendem Herz- und Kreislaufversagen.
- ff) Lfd. Nr. 161, H., Karl, 60 Jahre, Trümmerfraktur im 2. Viertel. Wegen Contusio cerebri zunächst Drahtextension. Am 17. Tag Nagelung, wobei eine

Rekuvation resultierte. Am 45. Tag Abtragung eines Fragmentes, das sich unter der Haut markierte. Nagelwechsel und Beseitigung der Rekuvation am 78. Tag. Dauer der stationären Behandlung 148 Tage.

- gg) Lfd. Nr. 162, B., Heinz, 32 Jahre, Stückfraktur, die nach Streckbehandlung wegen mangelnder Festigkeit am 71. Tag genagelt wurde. Entlassung gehfähig 42 Tage nach Nagelung.
- hh) Lfd. Nr. 163, R., Heinz, 50 Jahre, Trümmerfraktur, die nach anfänglicher Extensionsbehandlung wegen Unruhe des Patienten (Delirium tremens, Fraktur des Os frontale) am 22. Tag mit KÜNTSCHER-Nagel versorgt wurde.
- ii) Lfd. Nr. 164, D., Richard, 79 Jahre, gesplitterte Querfraktur in Schaftmitte, in Italien mit Gips versorgt. Wegen schlechter Stellung hier KÜNTSCHER-nagelung 14 Tage nach dem Unfall. Entlassung am 39. Tg. post OP. .
- jj) Lfd. Nr. 165, D., Eva, 63 Jahre, bds. offene Unterschenkelfraktur. Da rechtsseitig der Bruch nach 28-tägiger Gips- und Extensionsbehandlung noch mobil war, wurde eine KÜNTSCHER-Nagelung durchgeführt. Entlassung nach insgesamt 104 Tagen.
- kk) Lfd. Nr. 166, G., Olga, 72 Jahre, doppelseitige offene Unterschenkelfraktur. Wegen des schlechten AZ zunächst konservative Behandlung. Am 25. und 39. Tag Nagelung der li. und der re. Tibia. Rechts Fistelung aus dem Nageleinschlag. Nach knöcherner Konsolidierung deshalb Nagelentfernung, wonach es zur Ausheilung kam. Stationärer Aufenthalt insgesamt 231 Tage.
- ll) Lfd. Nr. 168, W., Felicitas, 55 Jahre, bds. offene Unterschenkelfrakturen, wovon eine primär und eine nach 17 Tagen genagelt wurde.

3. Fibulaosteotomie : Einmal

4. Spananlagerung : Fünfmal

aa) Einmal zur Deckung des in einem Defektbruch mit großem Hautdefekt freiliegenden Spreiznagels. Span nicht eingeheilt.

bb) Viermal bei Stückfrakturen zur Beherrschung einer fehlenden Callusbildung, davon zweimal nach Versorgung mit KÜNTSCHER-Nagel, einmal nach Versorgung mit zwei RUSH-Pins und einmal nach Cerclage. Im letzten Fall heilte der Span nicht ein, der Fall mußte amputiert werden (s.d.) .

5. Nagelnachschatag : Dreimal

6. Sequestrotomie nach MN Kein Fall

h) Komplikationen :

- | | |
|--|-----------|
| 1. SUDECK'sche Erkrankung | 1 Fall |
| 2. Osteomyelitis nach Marknagelung
an der Fraktur | 2 Fälle |
| nach Marknagelung am Einschlag | 1 Fall |
| nach Drahtcerclage | 1 Fall |
| als Folge einer Gipsdrucknekrose
am Calcaneus | 1 Fall |
| 3. Unterschenkelphlegmone | Kein Fall |
| 4. Gasbrand | " " |
| 5. sekundäre Wundheilung | 18 Fälle |
| 6. Ulcus cruris | Kein Fall |
| 7. Thrombophlebitis | " " |
| 8. Thrombose | " " |
| 9. Drucknekrose durch zusätzlichen
Gipsverband | 1 Fall |
| 10. Peronäuslähmung | 2 Fälle |

11. Fibularislähmung	1 Fall
12. Refraktur bei liegendem Nagel	1 Fall

i) angewandte Nageltypen

Bei 91 Nagelungen kam 17 mal ein HERZOG-Nagel, 49 mal ein KÜNTSCHER-Nagel, 21 mal ein Spreiznagel, 3 mal ein RUSH-Pin und einmal ein Keilnagel zur Anwendung.

k) Heilungsergebnisse

bezogen auf alle Überlebenden, operativ behandelten Fälle.

1. anatomisch

aa) Kalkmangel, 4 Fälle
davon eine Osteoporose und drei homogene Knochen-
entkalkungen.

bb) Achsenknick nach Marknagelung

	1° - 5°	6° - 10°	11° - 15°	über 15°
Rekurvatur	11	3	-	-
Antekurvatur	2	-	-	-
Varusstellung	1	-	-	-
Valgusstellung	18	4	-	-

Tb. 7 Übersicht über Art und Grad der Achsenknickungen

In 44 Fällen zeigten die Frakturen nach Marknagelung keinerlei Achsenabweichungen. Die Tb. 7 gibt die endgültigen Stellungen nach knöcherner Konsolidierung (gemessen am Röntgenbild) von den markgenagelten Fällen an. In 4 Fällen lagen Knickungen in 2 Ebenen vor.

Bei den Drahtcerclagen lagen im ersten Fall eine angedeutete Antekurvatur, im zweiten Fall eine angedeutete Valgusstellung und im dritten Fall eine Knickung von je 25° in zwei Ebenen vor. Der letzte Fall wurde amputiert.

cc) Seitenverschiebung

Nach 27 von 78 Marknagelungen bestand eine Seitenverschiebung um Corticalisbreite, davon im frontalen Durchmesser in 10 Fällen, im sagittalen Durchmesser in 15 Fällen und in einem schrägen Durchmesser in 2 Fällen. In einem weiteren Fall entstand eine Seitenverschiebung von 1 cm bei Reposition einer Achsenknickung bei liegendem Nagel. Bei den Drahtcerclagen war 1 Seitenverschiebung um Corticalisbreite zu beobachten.

dd) Verlängerung

In 11 Fällen von Marknagelung trat eine Verlängerung von 3 - 5 mm und durchschnittlich 4,4 mm nach der Nagelung auf. Die Verlängerung beruhte in 5 Fällen auf einem zwischengelagerten Knochensplitter. Bei 3 Schrägbrüchen führte eine Seitenverschiebung zur Verlängerung; die Bruchflächen waren in diesen Fällen adaptiert. In 2 Fällen entstand die Verlängerung durch die Reposition einer bestehenden Rekurvation. In einem Fall ist die Verlängerung von 5 mm allein auf die Nagelung zurückzuführen. Dieser Fall verheilte in völlig achsen-gerechter Stellung ohne Seitenverschiebung. Bei einer mit Drahtcerclage versorgten und zusätzlich extendierten Stückfraktur bestand anfänglich eine Dis-traktion von 16 mm, die sich bis zur knöchernen Heilung auf 6 mm verminderte.

ee) Verkürzung

In 12 Fällen von Marknagelung trat eine Verkürzung auf :

3 mm bei einer Schrägfraktur
4 mm bei einer Stückfraktur
7 mm bei einer langen Schrägfraktur
7 mm bei einer Trümmerfraktur
8 mm bei einer Trümmerfraktur
10 mm bei einer Torsionsfraktur
10 mm bei einer Querfraktur mit Biegungskeil
10 mm bei einer Schrägfraktur
10 mm bei einer Trümmerfraktur
10 mm bei einer Torsionsfraktur
18 mm bei einer Torsionsfraktur

Bei einer mit Drahtcerclage behandelten Stückfraktur, bei welcher durch den Draht keine Verbindung des peripheren mit dem mittleren Fragment hergestellt wurde, resultierte durch Abrutschen eine Verkürzung von 50 mm. Die Gliedmaße wurde wegen ausbleibender Frakturheilung bei Osteomyelitis amputiert.

ff) Torsionsfehler

2 Fälle

Bei einer Nachuntersuchung zeigten sich 2 Fälle mit Torsionsfehlern.

Im Falle H., Friedrich, lfd. Nr. 73, lag eine Außenrotation von weniger als 5° vor. Im Falle B., Vera, lfd. Nr. 64, verrutschte eine Trümmerfraktur am 46. Tag nach der Nagelung (lt. Röntgenkontrolle), wobei sich neben einer Verkürzung von 7 mm eine Innenrotation von ca. 15° ergab.

gg) Knochenverletzungen als Nagelungsfolge 8 Fälle

In 5 Fällen wurde beim Einlegen des Nagels eine Knochenverletzung an der Frakturlinie des peripheren Fragmentes herbeigeführt. Davon wurde am peripheren Fragment in einem Fall dorsal die Corticalis aufgesplittet, in vier

Fällen dorsal ein Fragment ausgesprengt. Die Fragmentlängen betrugen 2 cm, 4 cm, 4 cm und 6 cm.

In weiteren 3 Fällen wurde bei 3 Querfrakturen das proximale Fragment verletzt. Davon in einem Fall ein kleiner ventraler Keil ohne Dislokation. In den anderen beiden Fällen wurde jeweils ein 10 cm langes Fragment von der hinteren Corticalis abgesprengt und um Corticalisbreite nach dorsal parallelverschoben. Beide Frakturen verheilten achsengerecht, eine mit Verkürzung von 10 mm.

hh) Nagelwanderung

Eine Nagelwanderung bei unveränderter Stellung der Fraktur wurde nicht beobachtet. In einem Fall ergab sich am 46. Tag nach der Nagelung eine Stellungsänderung mit Verkürzung, wobei der Nagel (HERZOG-Nagel) 7 mm tiefer trat.

2. funktionell

Die funktionellen Ergebnisse sind im folgenden Abschnitt "Ergebnisse der Nachuntersuchung" enthalten.

3. Ergebnisse der Nachuntersuchung

Nachuntersuchungen sind an 17 Patienten gemacht worden, von denen 16 mit dem Marknagel und einer zusätzlich mit Drahtcerclage behandelt worden waren. Das Durchschnittsalter betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 44,94 Jahre. Der jüngste Patient war 19, der älteste 68 Jahre alt. Die durchschnittliche Zeit nach dem Unfall betrug 2,65 Jahre.

aa) Beweglichkeitseinschränkungen
(im Vergleich zur Gegenseite)

Kniegelenk

Beweglichkeit	Zahl d. Fälle	%
Streckung eingeschränkt	1	5,82
aktive Beugung eingeschränkt	-	-

oberes Sprunggelenk

Beweglichkeitseinschränkung	Zahl d. Fälle	%
keine	8	47,06
gering (5°)	6	35,29
mittelstark (10°)	2	11,64
stark (über 10°)	-	-
versteift	1	5,82

unteres Sprunggelenk

Beweglichkeitseinschränkung	Zahl d. Fälle	%
keine	12	70,58
eingeschränkt	4	23,53
versteift	1	5,82

Zehengelenke

Beweglichkeitseinschränkung	Zahl der Fälle	%
keine	16	94,18
gering	1	5,82
mittelstark	-	-
stark	-	-
versteift	-	-
Krallenzehen	-	-

bb) Umfang der verletzten Extremität

Ein Unterschied des Umfanges der verletzten Extremität im Verhältnis zur gesunden Seite lag bei 16 von 17 nachuntersuchten Fällen vor. In 14 Fällen wurde lediglich eine Zunahme des Umfanges und in zwei weiteren Fällen sowohl eine Zunahme als auch eine teilweise Abnahme festgestellt. Die größte Umfangszunahme betrug am Unterschenkel 2,5 cm und am Oberschenkel 5 cm. Die einzige Umfangsabnahme am Unterschenkel betrug 3 cm und die einzige am Oberschenkel 1 cm. Die Verteilung auf die verschiedenen Gliedmaßenabschnitte zeigt die Tab. 8. Die Zahlen geben die Umfangsdifferenz der verletzten zur gesunden Seite in cm an. Besteht eine Umfangsabnahme, ist der Zahlenwert mit einem (-) versehen

Ifd.Nr.	Seite	Unterschenkel		kleinster Umfang	1 cm ober- halb der Patella	Oberschenkel	
		Mittel- fuß	größer Umfang			10 cm oberhalb der Patella	20 cm oberhalb der Patella
73	li.		1		1	1	
67	li.				2		5
71	re.				1	1	1(-)
75	li.	0,5	1,5	2,5	1	1	0,5
77	li.	0,5	1	1,5	0,5	4	1
74	re.					0,5	1
80	re.			1			
65	li.					1	
83	re.		0,5	1	1	0,5	1
82	li.	1		1	0,5		
64	li.	1					
69	re.		2			2	2
85	li.		1,5	0,5			1
72	li.	0,5			1	4	1
86	re.		1			1	1
91	re.		3(-)		1(-)	2,5	4

Tb.8 Übersicht über die endgültigen Umfangsveränderungen
des verletzten Beines

cc) weitere Nachuntersuchungsergebnisse

	Zahl der Fälle von Marknagelung	1 MN und Cerclage
Gangunsicherheit	2	-
hinkender Gang	1	+
dauerndes Hilfsmittel, Stock	1	-
" " orthop. Schuh	-	+
einseitige Varizenbildung	-	-
druckempfindliche Narben	-	-
Peronäuslähmung	1	+
Fisteln	-	-
atypische Beschwiellung	2	+
ständige Schwellungen im Bruchber.	2	-
" " im Fußber.	2	-

	Zahl der Fälle v. Marknagelung	1 MN und Cerclage
Ödeme nach Belastung	-	+
Wärmedifferenz	-	+
Verkürzung	1	+
Rotation	1	-
Rekurvatur, angedeutet	3	+
Rekurvatur, deutlich	1	-
Varusstellung	-	+
Valgusstellung	1	-
Beschwerden bei der Arbeit	3	-
Beschwerden nur bei längerer Arbeit'-		+
Ausdauer verkürzt (als Bruchfolge)	5	+
Berufswechsel	1	+
Nagel entfernt	5	-

1) Festigungszeit

Da sich die Festigkeit eines mit dem Marknagel versorgten Bruches als Kriterium der Bruchheilung nicht feststellen läßt, sei anstelle dessen eine Übersicht über den Zeitpunkt der ersten Belastung des Bruches angegeben.

Zeitpunkt der ersten Belastung :

Durchschnittsalter		46,06 Jahre
durchschnittlicher Zeitraum	79 Frakturen	63,64 Tage
primäre Marknagelung	67 Frakturen	59,37 Tage
sekundäre Marknagelung	11 Frakturen	83,64 Tage
Marknagel und Drahtcerclage	1 Fraktur	130,00 Tage

Bei den beiden Drahtcerclagen wurde in einem Fall eine stabile Osteosynthese nicht erreicht; die Fraktur war beweglich und erst nach 120 Tagen fest.

Im zweiten Fall wurde bei einer Stückfraktur nur die proximale Fraktur mit einem Draht versorgt. Die peri-

phäre Fraktur war erst nach 180 Tagen fest.

<u>m) Dauer der stationären Behandlung</u>	<u>Zahl</u>	<u>Tage</u>
durchschn.stat.Aufenthalt	82	86,13
primäre Marknagelung	67	75,25
sekundäre Marknagelung	11	103,91
Marknagelung und Drahtcerclage	1	178
Drahtcerclage	2	147
sekundäre Amputation u.Drahtcerclage	1	408

n) Wundstörung und stationärer Aufenthalt

<u>nach Marknagelung :</u>	<u>Zahl</u>	<u>%</u>	<u>Tage</u>
ohne Wundstörung	58	74,49	69,45
leichte Wundstörung	16	20,51	90,88
schwere Wundstörung	4	5	185,5

nach Marknagelung und Drahtcerclage :

leichte Wundstörung	1 Fall	178
---------------------	--------	-----

nach Drahtcerclage :

1. Fall ohne Wundstörung	61
2. Fall leichte Wundstörung	86

Begriffserläuterung :

ohne Wundstörung: keine Exsudation, keine Nekrosen,
 leichte Wundstörung: Hautnekrosen, Exsudation, keine
 Incision oder Sequestrotomie erforderlich,
 schwere Wundstörung: Incision, Sequestrotomie,
 Eingriffe in Narkose.

o) Größe der Wunde und stationären Aufenthalt :

Die Dauer der stationären Behandlung der Marknagelungs-
 fälle betrug bei kleiner Wunde (47 Fälle) durchschnittlich
 75,74 Tage, bei großer Wunde (27 Fälle) 86,07 Tage und bei
 Defektwunde (4 Fälle) 93,75 Tage. Die Bezeichnung große
 Wunde gilt für solche, die über 3 cm lang waren und in
 Verbindung mit dem Frakturspalt standen.

Im Falle einer mit Drahtcerclage behandelten Fraktur mit Defektwunde betrug die stationäre Aufenthaltsdauer 86 Tage, in einem anderen Fall mit kleiner Wunde 61 Tage. Eine mit Marknagel und Drahtcerclage versorgte Fraktur mit kleiner Wunde brauchte 178 Tage.

1) Renten

Von 8 operativ behandelten Arbeitsunfällen bezogen 2 = 25% eine unfallbedingte Dauerrente, davon in einem Fall wegen einer Amputation nach Drahtcerclage. In einem dritten Fall erreichte der Patient vor Ablauf von 2 Jahren das Rentenalter.

Die Tb. 9 gibt eine Übersicht über die genannten Fälle:

lfd. Nr.	Alter	Art der Behandlg.	Rente in % nach			% Dauerrente
			1/2 Jahr	1 Jahr	2 Jahre	
75	52	MN	33 1/3	33 1/3	20	20
72	64	MN	25	25	Rentenalter	
92	56	Abl.cruris	100	100	80	60

Tb. 9 Übersicht über 3 Rentenfälle nach operativer Behandlg.

m) Arbeitsunfähigkeitsdauer

Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit betrug bei 10 Fällen durchschnittlich 170,5 Tage bei einem größten Wert von 296 Tagen und einem kleinsten von 63.

3. Literaturvergleich

Folgende Werte der verschiedenen Autoren seien zum Vergleich herangezogen :

Die Dauer des stationären Aufenthaltes der mit dem Marknagel versorgten Fälle, hier 79,29 Tage, betrug bei KEIL (48) nur 55 Tage, bei FISCHER und MAATZ (27) 66 Tage, bei FICK (25) 68,3 Tage und bei LEMPERT (71) 73,5 Tage.

Bei den folgenden Autoren lagen die Werte höher als die hier gefundenen: HÄBLER (35) gab 80 Tage an, KÜMMERLE und LORENZ (58) 84 Tage, MAATZ (77) 106,3 Tage, ZRUBECKY (131) 109 Tage, BÖHLER (14) 139,06 Tage und GRUNDMANN und LINKS (33) bei 2 Marknagelungen durchschnittlich 315 Tage. Für die Drahtcerclage gaben sie 85 Tage an (hier 147 Tage).

Über die *r e s t i g u n g s d a u e r* nach Marknagelung fanden sich bei drei Autoren Angaben: Bei KÜMMERLE und LORENZ (58) 175 Tage, bei EHALT (22) 216 Tage und bei WEICKHARD, BRUCKNER, RUHLAND (123) 106 Tage. Die letztgenannten drei Autoren teilten dabei mit, daß sie bei den Marknagelungen auf eine stabile Osteosynthese bewußt verzichtet haben. Für die Drahtcerclage gaben sie 140 Tage an, KROTSCHKE (57) 184 Tage und ZRUBECKY (131) 194,3 Tage.

Die *e r s t e B e l a s t u n g* erfolgte bei den vorliegenden Fällen nach durchschnittlich 62,79 Tagen. Dieser Zeitraum liegt über dem Wert, den MAATZ (77) angegeben hat (49,4 Tage).

Für die *D a u e r d e r A r b e i t s u n f ä h i g - k e i t* (hier 170 Tage) gaben geringere Werte an: HÄBLER (35) 127 Tage, MAATZ (77) 152 Tage und FICK (25) 163 Tage. Höhere Werte fanden sich bei WEICKHARD, BRUCKNER, RUHLAND (123) mit 191 Tagen, für Drahtcerclage 180 Tage. KÜMMERLE und LORENZ (58) gaben 224 Tage an, LEMPERT (71) 236,41 Tage und ZRUBECKY (131) 374 Tage.

Eine *v e r z ö g e r t e* Knochenbruchheilung (hier nach KÜNTSCHER-Nagelung in 3 Fällen = 3,46%, nach Drahtcerclage in 3 Fällen und nach Versorgung mit RUSH-Pin in 1 Fall) beobachteten nach Marknagelung FICK (25) in 12% der Fälle, MAATZ (77) und KRÖSL (56) in je 20%.

Eine *P s e u d a r t h r o s e n b i l d u n g* nach Marknagelung wurde bei den vorliegenden Fällen nicht beobachtet. Bei einigen Autoren traten in teils sehr hohem Prozentsatz Pseudarthrosen nach Marknagelungen auf, bei FICK (25) in 1,5%, bei KRÖSL (56) in 2,2%, bei KÜMMERLE

und LORENZ (58) in 6,66%, bei EHALT (22) in 11,11%, bei ZRUBECKY (131) in 23,84% und bei KEIL (48) bei 6 von 15 Fällen = 40% .

Eine u n f a l l b e d i n g t e D a u e r r e n t e nach Marknagelung wurde hier in einem von 5 verwertbaren Fällen in einer Höhe von 20% gewährt. Bei LEMPERT (71) fanden sich in 36,36% der Fälle Dauerrenten in der durchschnittlichen Höhe von 26,25%, bei MAATZ (77) keine Dauerrenten. Bei WEICKHARD, BRUCKNER, RUHLAND (123) wurden in 24,28% der Fälle Dauerrenten geleistet.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Zeitraum von Januar 1950 bis Februar 1967 kamen am Städtischen Auguste-Viktoria-Krankenhaus in Berlin 215 Patienten mit 220 offenen Unterschenkelfrakturen und 8 isolierten offenen Tibiafrakturen zur Aufnahme. In 13 Fällen bestand eine doppelseitige offene Unterschenkelfraktur. Das Durchschnittsalter aller Patienten betrug 45,52 Jahre. Der jüngste Patient war 5 Jahre alt, der älteste 92 Jahre. 19 Patienten waren jünger als 16 Jahre.

Das Durchschnittsalter betrug bei den konservativ behandelten Patienten 42,04 Jahre und bei den operativ behandelten Patienten 47,01 Jahre. Die Altersgrenzen betrugen 5 und 83 Jahre bzw. 13 und 84 Jahre. 16 Patienten bzw. 3 Patienten waren nicht älter als 16 Jahre.

T o d e s f ä l l e

Das Durchschnittsalter der Verstorbenen betrug 68,79 Jahre, nach konservativer Behandlung 68,32 Jahre, nach Marknagelung 73,82 Jahre. Die Altersgrenzen waren 19 und 92 Jahre.

Es starben	in der 1. Woche	in der Folgezeit
nach kons. Beh.	27 Pat.	11 Pat.
nach prim. MN	6 "	4 "
nach sek. MN	- "	1 "
nach prim. Amputat.	3 "	- "
nach sek. Amputat.	- "	1 "
Fraktur unbehandelt	4 "	- "
	40 Pat.	17 Pat.

	Zahl der Patienten	Zahl der Frakturen	Todes- fälle
keine Behandlung	4	5	4
nach kons. Behandlung	113	123	38 (26)
nach prim. MN	77	78	10 (6)
nach sek. MN	12	12	1
nach prim. Amput.	3	4	3
nach sek. Amput.	3	3	1
MN + Drahtcerclage	1	1	-
Drahtcerclage	2	2	-
	215	228	57

in Klammern die Anzahl der an schweren bestimmenden Verletzungen Gestorbenen.

Bei vier Patienten blieben die Frakturen wegen des schnell eintretenden Todes unbehandelt.

Mit Ausnahme eines Falles, bei dem eine bei konservativer Behandlung aufgetretene Unterschenkelphlegmone zur Ablatio cruris zwang, wonach am Tage nach der Operation der Tod eintrat, war keiner der Todesfälle operationsbedingt oder infektionsbedingt.

Bei 26 von 38 konservativ behandelten Verstorbenen und bei 6 von 10 durch primäre Marknagelung versorgten Todesfällen lagen schwere, das Krankheitsbild

bestimmende andere Verletzungen vor.

Größe der Wunde (Todesfälle) :

	kleine Wunde	große Wunde	Defekt- wunde
Marknagelung	4	7	1
konservat. Beh.	7	22	1
Ablatio	-	1	4
Frakt.unbehandelt	2	2	1
	13	32	7

Bei 14 Frakturen fand sich im Krankenblatt kein Hinweis auf die Größe der Wunde.

Größe der Wunde und Wundstörungen bei 17 Patienten, die nach Ablauf der 1. Woche verstorben sind :
(18 Frakturen)

	kleine Wunde	große Wunde	Defekt- wunde
Marknagelung	3	2	1
konservat. Beh.	1	7	4

Wundstörungen (Todesfälle) :

	keine	leichte	Weichteil- phlegmone
nach Marknagelung	5	1	-
nach konservat. Beh.	7	4	1

Leichte Wundstörung : Sekretion, Eiterung, ohne Notwendigkeit zu operativen Eingriffen.

I n f e k t i o n e n

Bei konservativer Behandlung trat in 1 Fall (1,3%) eine Unterschenkelphlegmone, in 5 Fällen (6,49%) eine Osteomyelitis im Frakturbereich, in 1 Fall (1,3%) eine Osteomyelitis im Bohrlochbereich der Drahtextension und in 3 Fällen (3,89%) eine Infektion mit dem W E L C H - F R A E N K E L'schen Gasbrandbazillus auf. In 30 Fällen (38,94%) heilte die Weichteilverletzung sekundär. Die genannte Unterschenkelphlegmone trat nach tiefgreifender Weichteil- und Knochennekrose auf und zwang bei bestehender Herzinsuffizienz zur Ablatio cruris am 37. Tag.

Der Patient verstarb am Tag nach der Operation im Herzversagen. In 5 Fällen (6,49%) war eine Sequestrotomie erforderlich. In 3 Fällen (3,89%) führte eine Infektion der Frakturstelle mit Sequesterbildung zur verzögerten Knochenbruchheilung.

Nach M a r k n a g e l u n g zeigte sich eine Osteomyelitis im Frakturbereich (2,56%), am Nageleinschlag in 1 Fall (1,28%) und am Calcaneus nach Hautnekrose durch zusätzlichen Gipsverband in 1 Fall (1,28%). In 18 Fällen (23,06%) heilte die Weichteilwunde sekundär. Unterschenkelphlegmone und Gasbrand kamen nicht vor. In 1 Fall führte eine Infektion mit Fistelung aus dem Frakturbereich zu einer Spätbelastung am 137. Tag. Eine Sequestrotomie war in keinem Fall erforderlich.

Nach D r a h t c e r c l a g e trat eine Osteomyelitis in 1 von 3 Fällen auf. In diesem Fall wurden bei einer mehrfachen Unterschenkelfraktur 2 der Frakturen mit einer Cerclage versorgt, wodurch die Tibia nicht stabilisiert war. Bei ausbleibender Callusbildung und vergeblicher Spananlagerung wurde nach Auftreten eines Knochensequesters am 288. Tag die Ablatio cruris notwendig.

A m p u t a t i o n e n

Eine primäre Amputation war in 3 Fällen (davon in einem Fall doppelseitig) wegen des Umfanges der Verletzung erforderlich. Die Patienten kamen innerhalb der ersten Woche ad exitum.

Eine sekundäre Ablatio cruris wurde nach konservativer Behandlung in 2 Fällen (2,56%) wegen Unterschenkelphlegmone und arterieller Durchblutungsstörung und nach Drahtcerclage in einem Fall wegen fehlender Callusbildung nach vergeblicher Spananlagerung und Auftreten eines Knochensequesters notwendig. Nach Marknagelung wurde keine Amputation durchgeführt.

P s e u d a r t h r o s e n

In einem Fall heilte das reimplantierte, elf Zentimeter lange Tibiafragment einer Unterschenkelstückfraktur nicht ein; es resultierte nach Entfernung eine Defektpseudarthrose. In einem weiteren Fall zeigte sich trotz BECK'scher Bohrung röntgenologisch keine Überbrückung des Frakturspaltes. Der Endausgang ist jedoch unbekannt, da der Patient gegen ärztlichen Rat am 138. Tag die Klinik verließ und umsiedelte.

Verzögerte Knochenbruchheilung

nach konservat. Beh.	in 17 Fällen	(22,08%)
nach Marknagelung	in 4 "	(5,13%)
nach Drahtcerclage	in 2 "	
nach RUSH-Pin	in 1 Fall	

Sekundäroperationen

Sekundäroperationen waren bei konservativer Behandlung in 25 Fällen = 31,65% (darunter 8 Sekundärnagelungen = 10,13% und zwei Amputationen = 2,52%) und nach operativer Behandlung in 11 Fällen = 14,1% notwendig (darunter

Spananlagerung fünfmal, Nagelnachschlag dreimal und Nagelwechsel einmal. Nach einer Drahtcerclage wurde eine Amputation erforderlich).

a) nach konservat. Behandlung :

Amputationen	2 Fälle
Sekundärnagelungen	8 Fälle
(8 von insgesamt 12 ausgeführten Sekundärnagelungen wurden zur Verbesserung des Ergebnisses der konservativen Behandlung durchgeführt. Bei den restlichen 4 Fällen war die sekundäre Nagelung von Behandlungsbeginn an vorgesehen).	
BECK'sche Bohrung	3 Fälle
Sequestrotomie	5 Fälle
Fibularesektion	1 Fall
blutige Reposition	1 Fall
Spananlagerung	5 Fälle
(davon in 4 Fällen wegen verzögerter Knochenbruchheilung und in einem Fall zur Überbrückung eines erheblichen Knochendefektes.	

b) nach operat. Behandlung :

Amputat. nach Marknagelung	kein Fall
Amputat. nach Drahtcerclage	1 Fall
Sequestrotomie	kein Fall
Fibularesektion	1 Fall
Nagelnachschlag	3 Fälle
Nagelwechsel	1 Fall
Spananlagerung n. Marknagelg.	3 Fälle
" " RUSH-Pin	1 Fall
" " Drahtcerclage	1 Fall

(in 4 Fällen wegen mangelhafter Callusbildung, in einem Fall zur Deckung des in einem Defektbruch mit großem Hautdefekt freiliegenden Spreiznagels.)

Dauer des stationären Aufenthaltes

Die durchschnittliche Dauer des stationären Aufenthaltes betrug nach konservativer Behandlung 141,13 Tage, bei alleiniger Gipsbehandlung (28 mal) 129,19 Tage, bei 8 isolierten Tibiafrakturen und alleiniger Gipsbehandlung 105,13 Tage, bei Extensionsbehandlung ohne Liegegips (21 Brüche) 128,9 Tage und bei Extensionsbehandlung mit gleichzeitigem Gipsverband 162,25 Tage. Bei operativer Behandlung betrug sie 86,13 Tage, bei 67 primären Marknagelungen 75,25 Tage, bei 11 sekundären Marknagelungen 103,91 Tage, bei einer Marknagelung mit gleichzeitiger Drahtcerclage 178 Tage, bei 2 Drahtcerclagen 147 Tage und bei einer weiteren Drahtcerclage mit Amputationsfolge 408 Tage.

Festigungszeit

Die durchschnittliche Festigungszeit betrug bei konservativer Behandlung 115,79 Tage, bei alleiniger Gipsbehandlung (28 Brüche) 108,29 Tage, bei 8 isolierten Tibiafrakturen und alleiniger Gipsbehandlung 92,88 Tage, bei Extensionsbehandlung ohne Liegegips (21 Brüche) 102,86 Tage und bei Extensionsbehandlung mit gleichzeitigem Gipsverband (28 Brüche) 132,86 Tage. Bei der operativen Behandlung war die Prüfung der Festigungszeit nur in 2 Fällen von unstabiler Osteosynthese durch Drahtcerclage möglich, sie betrug 120 und 180 Tage. In den übrigen Fällen wurde der Zeitpunkt der ersten Belastung gewertet. Die Belastung erfolgte durchschnittlich nach 63,64 Tagen, bei Mark-

nagelung (78 Fälle) nach 62,79 Tagen, davon bei primärer Marknagelung (67 Fälle) nach 59,37 Tagen, bei sekundärer Marknagelung (11 Fälle) nach 83,64 Tagen und bei einer Marknagelung mit zusätzlicher Drahtcerclage nach 130 Tagen.

Einfluß der Wundstörung

Eine fehlende Wundstörung führte bei konservativer Behandlung in 49,35% der Fälle zu einer durchschnittlichen stationären Behandlungsdauer von 111,66 Tagen und zu einer durchschnittlichen Festigungszeit von 92,5 Tagen. Eine leichte Wundstörung bei 38,96% der Fälle ergab 136,19 Tage bzw. 118,06 Tage und eine schwere Wundstörung bei 11,69% der Fälle 213,41 Tage bzw. 205,55 Tage. Nach Marknagelung zeigten Fälle ohne Wundstörung (74,49%) eine durchschnittliche Behandlungsdauer von 69,45 Tagen, solche mit schwerer Wundstörung (5%) 185,5 Tage. Eine mit Marknagelung und Drahtcerclage versorgte Fraktur brauchte bei leichter Wundstörung 178 Tage und eine nur durch Drahtcerclage versorgte Fraktur bei leichter Wundstörung 86 Tage.

Arbeitsunfähigkeit

Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit betrug nach konservativer Behandlung (festgestellt an 11 Fällen) durchschnittlich 197 Tage. Die Grenzwerte betrugen 340 und 90 Tage. Nach Marknagelung betrug sie 170,5 Tage, festgestellt bei 10 Fällen. Die Grenzwerte betrugen 296 und 63 Tage.

Renten

Die Renten nach 1/2 Jahr, 1 Jahr und 2 Jahren betrugen nach konservativer Behandlung bei 64 Fällen und bei einem Durchschnittsalter von 42,5 Jahre 47,5%, 33% und

26,25%. Dauerrenten wurden bei 4 Patienten in der durchschnittlichen Höhe von 28,75% festgestellt. Nach Marknagelung wurden bei 2 Patienten im Alter von 52 und 64 Jahren nach $1\frac{1}{2}$ Jahr 33 $\frac{1}{3}$ % und 25% und desgleichen nach einem Jahr ermittelt. Der eine Patient erhielt nach 2 Jahren eine Rente von 20% und später eine Dauerrente in gleicher Höhe. Der andere Patient erreichte nach Ablauf eines Jahres das Rentenalter. Nach Ablatio cruris in einem Fall betrugen die Sätze 100%, 100%, 80% und 60% Dauerrente.

Beweglichkeitseinschränkungen

Bei den nachuntersuchten Fällen lag eine Verminderung der aktiven Kniebeugung um etwa 10% nach konservativer Behandlung in 10 Fällen = 37,04% und nach Marknagelung in 0% vor. Eine minimale Einschränkung der Kniestreckung lag in einem Fall nach Marknagelung = 5,82% vor, nach konservativer Behandlung nicht. Eine geringe, mittelstarke, starke und aufgehobene aktive Beweglichkeit des oberen Sprunggelenkes lag nach konservativer Behandlung in 4, 5, 1, 1 Fällen bzw. 14,81%, 18,52%, 3,7%, 3,7% und nach Marknagelung in 6, 2, 0, 1 Fällen = 35,29%, 11,64%, 0%, 5,82% vor. Eine Einschränkung der aktiven Beweglichkeit bzw. eine Versteifung des unteren Sprunggelenkes lag nach konservativer Behandlung in 7 und 4 Fällen bzw. 25,93% und 14,83% und nach Marknagelung in 4 und 1 Fällen bzw. 23,53% und 5,82% vor.

LITERATURVERZEICHNIS

1. ALLGÖWER, M.: Verschraubung von Tibiafrakturen.
Helvet.chir.acta. Vol.28,214,1961
2. ARCUS, W.: Zur Behandlung schwerer offener Unterschenkelbrüche.
Mschr.Unfallhk.60,276-282,1957
3. BABLER: Endresults of sixty-six Platings.
J.Americ.Med.Ass. Vol.LVIII,Nr.21,1912
4. BARDENHEUER: Behandlung der subcutanen Frakturen mittels Extension im Gegensatze zur Nahtanlegung und zum Contentativverband.
Arch.internationales de chirurgie,Vol.I, 1903
5. BARTSCH, G.-H.: Über die operative Behandlung von Unterschenkelbrüchen mittels Drahtumschlingung.
Med.Klin., 872,1949
6. BAUMANN, E.: Konservative und operative Knochenbruchbehandlung.
Helvet.chir.acta.26,241,1959
7. BETZEL, F.: Behandlung offener Knochenbrüche durch Einstellung mittels Drahtumschlingung.
Mschr.Unfallhk.53,321-335,1950
8. BÖHLER, L.: Ref.Zbl.Chir., 44, 1926
9. BÖHLER, L.: "Aussprache zu Felsenreich".
Ref.Zbl.Chir., 2258,1936
10. BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung.
Bd.II,9.-11.Aufl.,1943
11. BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung.
Bd.III,9.Aufl.,1840;1943
12. BÖHLER, L.: Fehler bei der Behandlung von Unterschenkelschaftbrüchen.
Hefte Unfallhk.45,6-14,1953
13. BÖHLER, L.: Konservative Behandlung der Unterschenkelschaftbrüche.
Münch.med.Wschr.95,690,1953
14. BÖHLER, L.: Unterschenkelschaftbrüche.
Langenbecks Arch.klin.Chir.276,192-216,1953
15. BÖHLER, L.: Unzweckmäßige und gefährliche Methoden bei der Behandlung von Frakturen.
Langenbeck's Arch.klin.Chir.295,281,1960
16. BÖHLER, L.u.BÖHLER, J.: Küntscher's Medullary Nailing.
J.Bone Jt.Surg.31A,295,1948

17. BRUCK, HUND, MOSER: Über die Cerclage bei Unterschenkelfrakturen.
Arch.orthop.Unfallchir.46,536-550,1954
18. BURKLE DE LA CAMP,H.: Fehler und Gefahren bei der operativen Behandlung frischer Unterschenkel-frakturen.
Langenbeck's Arch.klin.Chir.298,87,1961
19. BURKLE DE LA CAMP,H.: Fehler und Gefahren der Alloplastik in der Knochen- und Gelenkchirurgie.
Langenbeck's Arch.klin.Chir.289,463,1958
20. DEHNE, METZ, DEFFER, HALL: Non Operativ Treatment of the Fractured Tibia by immediate Weight Bearing.
J. Trauma (Baltimore) 1,514,535,1961
21. DEMEL,R.: Zur Technik der Knochennaht.
Ref.Zbl.Chir., 71, 1925
22. EHALT,W.: Erfahrungen bei der Marknagelung offener Unterschenkelbrüche.
Arch.orthop.Unfallchir.44,500-513,1952
23. EHALT,W.: Erfahrungen mit der Osteosynthese.
Verh.dtsch.Ges.Orthop.46,522-523,1959
24. ELLIS,H.: The Speed of Healing after Fracture of the Tibial Shaft.
J.Bone Jt.Surg. 40B,42,1958
25. FICK,K.F.:Ergebnisse von 921 mittels Marknagelung nach Küntscher versorgten Unterschenkelbrüchen.
Langenbeck's Arch.klin.Chir.287,713-715, 1957
26. FISCHER,A.W.: Zur Technik der Plombierung osteomyelitischer Höhlen.
Ref.Zbl.Chir.,Leipzig,46,1729-1731,1964
27. FISCHER,A.W.u.MAATZ,R.: Weitere Erfahrungen mit der Marknagelung nach Küntscher.
Arch.klin.Chir.203,531-565,1942
28. FORSTER,G.: The open Treatment of Fractures in General.
Ref.Zbl.ges.Chir.3,154,1913
29. GELINSKI,E.: Die Drahtextension am Calcaneus.
Ref.Zbl.Chir.34,1388,1914
30. GRAFF, SCHMIDT, DIEMER: Ergebnisse tierexperimenteller Untersuchungen bei der Osteomyelitis.
Chirurg 23,342,1952
31. GRAHAM,J.:The Operativ Treatment of Fractures.
Ref.Zbl.ges.Chir.3,95,1913
32. GRISHIN,V.M.: Comparativ Evaluation of the Methodes of Treatment of Diaphysary Skin Fractures.
Mschr.Unfallhk.,163,1960

33. GRUNDMANN, G. u. LINKS, V.: Gesichtspunkte für die Behandlung der Unterschenkelchaftbrüche.
Arch.orthop.Unfallchir.47,489-509,1955
34. GSCHEWEND, N.: Torsionsfehler am Unterschenkel - eine relativ häufige Folge der konservativen Frakturbehandlung.
Helv.chir.acta 28,Fasc.4,492-498
35. HÄBLER, L.: Marknagelung nach Küntscher bei Schaftbrüchen der langen Röhrenknochen.
2.Aufl.,Urban-Schwarzenberg,München-Berlin, 1950
36. HÄBLER, L.: Handbuch der gesamten Unfallheilkunde (von BURKLE DE LA CAMP und ROSTOCK), Bd.1,311, 1955
37. HÄBLER, L.: Indikation und Gegenindikation zur Marknagelung.
Hefte Unfallhk.45,68-78,1953
38. HÄUPTLI, O.: Unsere Erfahrungen mit der Cerclage der Unterschenkelfrakturen.
Z.Unfallmed.u.Berufskrankh.,Zürich,49, 147-151,1956
39. HEGELMANN, G.: Allgemeine Operationslehre.
Springer,Bd.1,Teil 1,337,1958
40. HELFERICH, F.: Geschichte der Chirurgie.
Handbuch der Geschichte der Medizin, 1-304,1905
41. HELLER: Über operative Behandlung rebellischer Vorderarmfrakturen.
Ref.Zbl.Chir.,1177,1930
42. HELLNER, H.: in "Die Chirurgie" von KIRSCHNER, M. und NORMANN, O., Bd.2,702,1940
43. HOFFMANN, R.: Armiierte Gipsbrücken zur percutanen Frakturbehandlung in der Kriegschirurgie.
Chir.13,277 und 101,1941
44. HUWYLER, J.: Die Pseudarthrosen nach Frakturen des Unterschenkels.
Z.Unfallmed.u.Unfallhk.,Zürich,49, 152-156,1956
45. JACKSON, R.W. u. MACNAB, J.: Fractures of the Shaft of the Tibia, a Clinical and Experimental Study.
Amer.J.Surg.97,543-557,1959
46. JAHNA, H. u. SCHARIZER, E.: Operative oder konservative Unterschenkelbruchbehandlung.
Beilageh.Zschr.Orthop.91,484-489,1959
47. KEHL, K.O.: Über die operative Behandlung von Unterschenkelbrüchen mittels Drahtumschlingung.
Med.Klin.14,391,1948

48. KEIL, H.R.: Ergebnisse offener und geschlossener Unterschenkelchaftbrüche.
Ref.Zbl.Chir.84, 142-146, 1959
49. KIRSCHNER, M.: Nagelexension.
Bruns Beitr.klin.Chir.64, 266-276, 1909
50. KIRSCHNER, M.: Zur Technik der Knochennaht.
Arch.klin.Chir.121, 635, 1922
51. KIRSCHNER, M.: Verbesserungen der Drahtextension.
Arch.klin.Chir.148, 651, 1927
52. KLAPP, R.: Besondere Formen der Extension.
Ref.Zbl.Chir.29, 1209, 1914
53. KLEINSCHMIDT, O.: Operative Chirurgie.
Springer, Berlin, 1948
54. KÖNIG, F.: Knochennaht bei subcutanen Frakturen.
Verh.Dtsch.Ges.Chir., 137, 1904
55. KÖNIG, F.: Operative Chirurgie der Knochenbrüche.
Springer, Berlin, Bd.1, 1931
56. KRÖSL, W.: Ergebnisse der Marknagelung bei 65 geschlossenen und 45 offenen Brüchen des Unterschenkels.
Hefte Unfallhk.54, 181-205, 1957
57. KROTSCHHECK, H.: Behandlungsergebnisse der frischen offenen Unterschenkelbrüche, die im Unfallkrankenhaus Wien in den Jahren 1925-1950 behandelt wurden.
Beilagen.Zschr.Orthop.84, 191-193, 1954
58. KÜMMERLE, F.u.LORENZ, D.: Erfahrungen in der Behandlung von Unterschenkelbrüchen in den letzten drei Jahren bei konservativer und operativer Behandlung.
Dtsch.med.Wschr., 733-736, 1953
59. KÜNTSCHER, G.: Die Technik der Marknagelung des Oberschenkels.
Ref.Zbl.Chir., 1145, 1940
60. KÜNTSCHER, G.: Neuere Erkenntnisse über das Geschehen bei der Knochenbruchheilung.
Langenbeck's Arch.klin.Chir.267, 586-592, 1951
61. KÜNTSCHER, G.: Das Callusproblem.
Langenbeck's Arch., 273, 1952
62. KÜNTSCHER, G.: 15 Jahre Marknagelung.
Langenbeck's Arch., 282, 211, 1955
63. KÜNTSCHER, G.: Die Behandlung der Drehbrüche des Unterschenkels.
Chir.Prax., 227-236, 1959

64. KUNTSCHER, G.: Nagelbruch und -verschiebung als Spätkomplikation nach Marknagelung.
Ref.Zbl.Chir.85,2255-2259,1960
65. KÜNTSCHER, G.: Praxis der Marknagelung.
Friedrich-Karl Schattauer, Stuttgart, 1962
66. KUPPERMANN, W.: Leistung und Grenzen der Osteosynthese mit konserviertem Knochen.
Melsunger Med.-Pharm.Mitt., 100, 2518, 1963
67. LANE, W.A.: A Lecture on the Operativ Treatment of simple Fractures.
Lancet I, 1489, 1900
68. LANE, W.A.: Resultate der primären Knochennaht bei Frakturen.
Chir.Kongr.I, 32, 1902
69. LEEMANN, R.A.: Die Falzcerclage als technische Verbesserung der Drahtumschlingung bei Brüchen der langen Röhrenknochen.
Chir.28, 60-64, 1956
70. LEEMANN, R.A.: Indikation und Technik der Cerclage bei Unterschenkelfrakturen.
Helvet.chir.acta 21, 480-493, 1954
71. LEMPERT, A.: 100 Marknagelungen in 27 Krankenhäusern.
Hefte Unfallhk., 40, 1957
72. LEXER, R. u. REHN, E.: Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie.
Bd.2, Enke, Stuttgart, 1952
73. LOTH, D.: Erfahrungen über die Fixationsmethoden der Knochenbrüche und Pseudarthrosen.
Beitr.klin.Chir.94, 131, 1914
74. LOTTES, J.O.: Intramedullary Fixation for Fractures of the Shaft of the Tibia.
Southern Med. J.45, 407-414, 1952
75. MAATZ, R.: Die Behandlung des Tibiakopfbruches mit der Spongiosafeder.
Chirurg 27, Heft 6, 247, 1956
76. MAATZ, R.: Die Lehre von den Knochenbrüchen und Verrenkungen.
Urban u.Schwarzenberg, München, 1-75, 1962
77. MAATZ, R.: Ergebnisse der Marknagelung.
Hefte Unfallhk. 40, 1-24, 1951
78. MAGNUS, G.: Zur Technik der Knochennaht.
Ref.Zbl.Chir., 2514, 1926
79. MAGNUS, G.: Frakturen und Luxationen.
Springer, Berlin, 1943
80. MAKOWSKI, L.: Nagelung schwieriger Unterschenkelschaftbrüche.
Hefte Unfallhk.48, 267-270, 1955

81. MATTI, H.: Die allgemeine Lehre von den Knochenbrüchen und ihrer Behandlung.
Springer, Berlin, Bd. I, 1918
82. MERRYWEATHER, J.: J. Bone Jt. Surg. 36B, 652, 1954
83. MORAZA ORTEGA, M.: Eine neue Bolzungsmethode.
Ref. Zbl. Chir., 1828, 1936
84. MULLER, M. E., ALLGÖWER, M., WILLENEGGER, H.: Technik der operativen Frakturbehandlung.
Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1963
85. MUTSCHLER, H. H.: Penicillin und Wiederherstellungsoperation. Chir. 20, 301, 1949
86. NIEHANS, P.: Zur Frakturversorgung durch temporäre Anna-gelung.
Arch. klin. Chir. 73, 167, 1904
87. NICOLAYSEN, J.: Über die operative Behandlung von Knochenbrüchen mit Verwendung von Lane'schen Lamellen.
Ref. Zbl. Chir., 450, 1915
88. OSTAPOWICZ, G.: Unterschenkelfrakturen.
Deutsches Gesundheitswesen 16, 170-183, 1961
89. OTT, W.: Zur Behandlung offener Trümmerfrakturen des Unterschenkels mit ausgesprochener Weichteilverletzung.
Helv. chir. acta 25, Fasc. 6, 496-526, 1958
90. PEITSCH, H.: Ergebnisse der Marknagelung bei Schaftfrakturen der langen Röhrenknochen.
Mschr. Unfallhk. 63, 412-417, 1960
91. PENNERS, R.: Erfahrungen bei der Behandlung von Unterschenkelbrüchen.
Beilagen Zschr. Orthop. 84, 185-187, 1954
92. PFEIL-SCHNEIDER: Über die Anwendung der Knochennaht.
Verh. Dtsch. Ges. Chir. I, 36, 1892
93. REHN, E. u. WAKABAIASHY: Die Hornbolzung im Experiment und in ihrer klinischen Verwendung.
Langenbeck's Arch. klin. Chir. 96, 449, 1911
94. ROHLEDERER, O.: Die Behandlung von Unterschenkelbrüchen unter besonderer Berücksichtigung der Nachbehandlung.
Beilageh. Zschr. Orthop. 84, 168-175, 1954
95. VOM SAAL, F.: Intermedullary Fixation of the Tibia.
J. Bone Jt. Surg. 34A, 86-95, 1952
96. SALEM, G.: 10 Jahre Küntschnagelung.
Langenbeck's Arch. klin. Chir. 271, 313-336, 1952
97. SAMPSON, H. H.: The operative Treatment of simple Fractures of long Bones in Children.
Ref. Zbl. Chir. 2, 1450, 1912

98. SCAGLIETTA, O. u. STRINGA, G.: Chir. Prax., 217-226, 1951
99. SCHULTHEISS, H.: Über Pseudarthrosenbildung durch circuläre Drahtnaht bei langen Spiralfrakturen am Unterschenkel.
Arch. orthop. Unfallchir. 49, 337-340, 1957
100. SCHULTZE, W.: Zur blutigen Frakturbehandlung mittels Verschraubung nach Lane.
Dtsch. Zschr. Chir. 136, 1, 1916
101. SCHUMPELICK, W. u. JANTZEN, P. M.: Ergebnisse der Behandlung von Unterschenkelbrüchen mit der Drahtumschlingung.
Bruns Beiträge 187, 129-148, 1953
102. SCHWIER, V.: Osteosynthese mit Corticalisschrauben.
Mschr. Unfallhk. 60, 109, 1957
103. SCHWIER, V.: Osteosynthese von Unterschenkelschaftbrüchen mit knöchernen Schrauben.
Mschr. Unfallhk. 61, 234, 1958
104. SHEEN, W.: Some Observations on the Operative Treatment of Fractures by Metal Plates and Screens.
Brit. med. J. 2773, 411, 1914
105. SPOHN, K.: Bericht über 1000 in den Jahren 1945-1952 behandelte Brüche des Unterschenkels.
Langenbeck's Arch. klin. Chir. 276, 759, 1956
106. STEINMANN, F.: Die Nagelextension.
Erg. Chir. Bd. 9, 1916
107. STEINMANN, F.: Nagelextension.
Ref. Zbl. Chir. 32, 1907
108. STEINMANN, F.: Eine neue Extensionsmethode in der Frakturbehandlung.
Korrespbl. Schweiz. Ärzte 1, 3, 1908
109. STEINMANN, F.: Zur Geschichte der Nagelextension.
Zschr. Orthop. Chir. 29, 97-114, 1911
110. SWEET, J. E. u. WINSOR, H.: Some Results of a Comparative Study of several Methods for the Operative Treatment of Fractures.
Therap. Gaz. 37, Nr. 6, 396, 1913
111. TEODORESCU, M.: Gebrauch von Holzmaterial zur versenkten Knochennaht.
Ref. Zbl. Chir. 1939
112. THOMSON, I. E. M.: The Küntscher Nail in the Treatment of Fractures of the Tibia and Fibula.
Surg. etc. 94, 189, 1952
213. TRENDLENBURG, F.: Die ersten 25 Jahre der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie.
Springer, Berlin, 1923
114. URIST, M. R.: End-Result Observations influencing Treatment of Fractures of the Shaft of the Tibia.
J. Amer. Med. Ass. 159, 1088-1093, 1955

115. **USADEL:** Aussprache zu Böhler.
Hefte Unfallhk. 45, 15-18, 1952
116. **VALENTIN, B.:** Bohrung.
Thieme, Stuttgart, 1961
117. **VELISKAKIS, K.P.:** Primary Internal Fixation in open Fractures of the Tibial Shaft.
J. Bone Jt. Surg. 41B, 342-354, 1959
118. **WADE, P.A.:** Fractures of the Shaft of both Bones of the Lower leg.
Surg. Clin. N. America, 531-544, 1951
119. **WALKER, J.B.:** Operative Treatment of Fractures.
Ref. Zbl. Chir. 1, 96, 1913
120. **WALKER, J.B.:** Ref. Zbl. ges. Chir. 1, 328, 1913
121. **WALLAU, D. u. HOLDERMANN:** Results following conservative Treatment of Fractures of the Tibial Shaft.
Amer. J. Surg. 98, 583-597, 1959
122. **WARREN, R.:** The operative Treatment of Fractures.
Ref. Zbl. ges. Chir. Bd. 5, 552, 1914
123. **WEICKHARD, H.J., BRÜCKNER, R. u. RUHLAND, D.:**
Erfahrungen in der Behandlung von Unterschenkelfrakturen.
Ref. Zbl. Chir. 35, 1893-1900, 1956
124. **WIGGINS, E., BUNDENS, D. u. PARK, J.:** Complications following open Reduction of Fractures of the Tibia.
Amer. J. Surg. 86, 273-281, 1953
125. **WILLENEGGER, H.:** Fragen der operativen Frakturbehandlung.
Langenbeck's Arch. klin. Chir. 276, 173, 1953
126. **WITT, A.N.:** Zur Behandlung der Unterschenkelfrakturen.
Beilageheft Zschr. Orthop. 84, 180-185, 1954
127. **WITTMOSER, R.:** Wanderung des Unterschenkelmarknagels.
Ref. Zbl. Chir., 782-788, 1947
128. **ZENKER, R.:** Die allgemeine Technik der Behandlung der Knochenbrüche der Gliedmaßen.
Die Chirurgie (von Kirschner-Nordmann),
Bd. 4, 321-430, 1940
129. **ZRUBECKY, G.:** Bedeutung der Seitenverschiebung für die Wund- und Knochenbruchbehandlung bei offenem Unterschenkelbruch.
Arch. Orthop. Unfallchir. 47, 307-313, 1951
130. **ZRUBECKY, G. u. KRICKL, E.:** Eine einfache Osteosynthese bei offenen Unterschenkelbrüchen.
Mschr. Unfallhk. 58, 86-92, 1955
131. **ZRUBECKY, .:** Behandlung und Behandlungsergebnisse von 461 frischen, offenen Unterschenkelchaftbrüchen.
Hefte Unfallhk., 54, 1956

132. BÖHLER, J.: Berichte über die in den Jahren 1926-1950 im Wiener Unfallkrankenhaus erzielten Behandlungsergebnisse.
Hefte Unfallhk. 46, 6-43, 1953
133. GELBKE, H.: Die "dynamische Osteosynthese" nach Rush, eine wertvolle Vervollständigung der Küntschernagelung.
Chir. 26, 529, 1955
134. SCHÖNE: Zur Behandlung von Vorderarmfrakturen mit Bolzung.
Münch. med. Wschr., 2327, 1913
135. HACKENTHAL, K.H.: Die Bündelnagelung.
Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1961
136. LANGE, M.: Gefahren und Fehler der Osteosynthese.
Beilageh. Zschr. Orthop. 91, 415-446, 1959
137. HERZOG, K.: Die Technik der geschlossenen Marknagelung frischer Tibiafrakturen mit dem Rohrschlitznagel.
Chir. 29, 501-506, 1959
138. HERZOG, K.: Fehler, Gefahren und Vorteile der geschlossenen Osteosynthese der Tibia mit dem dicken Marknagel.
Verh. Dtsch. Ges. Orthop. 46, 446-462, 1958
139. LOTTES, J.O.: Blind Nailing Technique for Insertion of the Triflange Medullary Nail.
J. Amer. med. Ass. 155, 1039, 1954
140. WILLENEGGER, H.: Indikation des Rohrschlitznagels.
Verh. Dtsch. Ges. Orthop. 46, 533, 1959
141. GRASER: Die Calcaneuszange nach Heineke, ein Vorläufer der Nagelextension zur Behandlung von Knochenbrüchen.
Münch. med. Wschr. 13, 1910
142. MAATZ, R.: Federosteosynthese.
Karl Jansen, Kiel, 1951
143. HÜBNER, A.: Frakturen und Luxationen.
Springer, Berlin, 1948
144. KASPAR, M.: Ausdehnung der Indikation zur Knochenspanverpflanzung auf die verzögerte Callusbildung nach Knochenbrüchen.
Chirurg 22, Heft 11, 491, 1951
145. ALLGÖWER, M.: Osteosynthese und primäre Knochenheilung.
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 308, 432, 1964
146. SCHENK, R. u. WILLENEGGER, H.: Zur Histologie der primären Knochenheilung.
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 308, 440, 1964
147. MAATZ, R.: Knochenbrüche und Verrenkungen. Urban & Schwarzenberg, München, 1967, 1-78.

LEBENS LAUF

Am 23. April 1940 wurde ich als erster Sohn des praktischen Arztes Dr. med. Hans Trischkat und seiner Ehefrau Margarete in Berlin geboren.

In Düsseldorf besuchte ich das Geschwister-Scholl-Gymnasium und in Berlin anschließend die Paulsen-Schule, an der ich im Februar 1959 die Reifeprüfung ablegte.

Am 15. April 1959 wurde ich an der Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin immatrikuliert. Mit Ausnahme der beiden ersten klinischen Semester, die ich an der Medizinischen Fakultät der Universität Freiburg/Brsg. verbrachte, habe ich ausschließlich in Berlin studiert, wo ich auch alle Prüfungen ablegte.

Die ärztliche Vorprüfung habe ich am 24.10.1961 mit der Note "gut" und das Staatsexamen am 16. April 1965 mit der Note "sehr gut" bestanden.

Nach dem Staatsexamen habe ich als Medizinalassistent vom 2.5.1965 - 31.8.1965 an der gynäkologischen Abteilung des Städtischen Wenckebach-Krankenhauses in Berlin-Tempelhof, vom 1.10.1965 - 28.2.1966 an der chirurgischen Privatklinik Dr. Schreiber in München, vom 1.3.1966 - 15.9.1966 an der internen Privatklinik Dr. Schindlbeck in Herrsching/Ammersee und vom 1.11.1966 - 28.2.1967 an der orthopädischen Klinik der Freien Universität Berlin gearbeitet. Seit dem 1.4.1967 bin ich an der chirurgischen Privatklinik Dr. Hellge in Passau beschäftigt.

